60
v. 8

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

ТРУДЫ ГОРЬКОВСКОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИНСТИТУТА

Том VIII

ГОРЬКОВСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1959

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

ТРУДЫ
ГОРЬКОВСКОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИНСТИТУТА

Том VIII

ГОРЬКОВСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1959

Редакционная коллегия: профессор *А. С. Фатьянов* (отв. редактор), доцент *А. И. Баранов*, доцент *К. А. Галкин*, профессор *А. А. Капацинская*, профессор *Н. Д. Ладыгин*, профессор *М. М. Максимович*, профессор *В. П. Ногтев*, профессор *В. В. Ордынский*, доцент *А. А. Патрушев*, профессор *И. Ф. Печищев*, доцент *Н. Н. Суворов*, доцент *И. И. Татаринцев* (зам. отв. редактора), профессор *Л. В. Тихов*, доцент *Я. Н. Харитонов*.

Профессор ***Н. Д. Ладыгин***

ГОРЬКОВСКОМУ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМУ ИНСТИТУТУ—СОРОК ЛЕТ

В знаменательную годовщину Великой Октябрьской социалистической революции исполнилось сорок лет Горьковскому сельскохозяйственному институту и вместе с тем возникновению высшего сельскохозяйственного образования в верхнем Поволжье.

За минувшее сорокалетие институтом была выполнена большая и важная работа по подготовке кадров, по распространению сельскохозяйственных знаний, развитию опытного дела, созданию основ ведения научного земледелия и животноводства в местном крае.

В данный момент институт представлен в составе факультетов: агрономического, плодоовощного, зоотехнического и механизации сельского хозяйства, на которых обучается 1525 студентов.

При институте организовано заочное отделение с контингентом в 800 человек.

Питомцы Горьковского сельскохозяйственного института—агрономы, зоотехники, инженеры — повсеместно, по всей Советской стране, успешно борются за крутой подъем социалистического сельского хозяйства. Они составляют многотысячную армию специалистов. За свое существование институт выпустил 4357 специалистов высшей квалификации. Кроме того, более десяти тысяч работников сельского хозяйства обучены им на курсах по подготовке к новой специальности и повышения квалификации.

Многие из наших выпускников,—например, агроном колхоза имени Кирова, Кстовского района, Герой Социалистического Труда А. А. Атласкин, председатель колхоза „Красный маяк", Городецкого района, И. П. Железов, главный агроном Горьковского областного управления сельского хозяйства Е. В. Алалыкин, директор Богородской МТС А. А. Афраймович и другие — известны как выдающиеся организаторы колхозного строя, как новаторы сельского хозяйства, беззаветно преданные народу.

Из числа питомцев института вышли крупные ученые, плодотворно работающие в настоящее время в разных отраслях знания. Это профессора Л. В. Тихов, А. А. Капацинская, В. И. Патрушев, В. П. Ногтев, В. Д. Панников, А. С. Фатьянов, Ю. Н. Ракитин, В. Ф. Шубин, П. Н. Листов, доценты В. В. Капацинский, В. П. Нарциссов, К. А. Галкин, Н. Н. Суворов и другие.

Ученые звания и степени имеют 70 научных сотрудников института. Большинство из них окончило аспирантуру при кафедрах ин-

ститута. Усилиями коллектива был разрешен ряд коренных вопросов подъема сельского хозяйства Горьковской области. К ним следует отнести: систему земледелия, предусматривающую экономически наиболее эффективные севообороты, приемы обработки почвы и ухода за урожаем; организацию пригородного хозяйства вокруг города Горького; методы совершенствования местных пород крупного рогатого скота—красной горбатовской, юринской и больше-мурашкинской; выведение горьковской породы овец; улучшение местных сортов овощных культур и создание новых сортов культурных растений.

Достижения ученых освещались в Трудах института, в журналах и газетах, центральной и местной прессе, а также печатались отдельными выпусками в форме учебных пособий, брошюр и плакатов. Всего издано из числа наиболее важных работ более 200 названий, общим тиражом свыше миллиона экземпляров. Распространение сельскохозяйственных знаний через печать дополнялось широкой устной пропагандой—чтением лекций, проведением бесед в колхозах, совхозах, МТС, выступлениями на областных, районных совещаниях, конференциях председателей колхозов, специалистов, передовиков сельского хозяйства. Только за последние два года прочитано более 1200 лекций для массовой сельской аудитории.

Институт проводит научно-производственную работу в 17 МТС, 4 совхозах и 67 колхозах Горьковской, Кустанайской и Кировской областей. Его ученые тесно связаны с производством, живут интересами тружеников сельского хозяйства и вместе с ними ставят к разрешению наиболее актуальные вопросы современности.

Знаменательную дату—сорокалетний юбилей—Горьковский сельскохозяйственный институт встретил в период энергичной перестройки своей деятельности в свете решений двадцатого съезда Коммунистической партии.

Институт в самое ближайшее время должен быть преобразован в крупный центр сельскохозяйственной науки и подготовки высококвалифицированных кадров для колхозов и совхозов верхнего Поволжья. В этих целях коллектив института организовал новую мощную производственно-научную базу.

Решением правительства Горьковскому сельскохозяйственному институту переданы областная опытная сельскохозяйственная станция, два совхоза „Новинки“ и „Щербинки“ с земельной площадью свыше 1500 гектаров.

Учебные хозяйства института отличаются высокими показателями продуктивности животноводства и урожайностью сельскохозяйственных культур. Так, в учебном хозяйстве „Пригородное“ (директор кандидат сельскохозяйственных наук К. А. Шигонин) удои составили 6002 кг на корову, урожай овощей 233 центнера с гектара, зерновых—19,2 ц/га, кормовых корнеплодов—312 ц/га.

Институт объединился с областной сельскохозяйственной опытной станцией, земли которой непосредственно прилегают к учебным хозяйствам. В настоящее время он вместе с опытной станцией располагает территорией в 3900 гектаров. Научные работники и студенты получили в свое распоряжение молочные и свиноводческие фермы с поголовьем более тысячи животных, птицефермы с выходом товарной продукции около миллиона яиц, сад и парк площадью около 100 гектаров. Вновь созданное хозяйство расположено на берегу реки Оки и связано с городом Горьким водным путем, железной дорогой и хорошим шоссе.

Министерство сельского хозяйства СССР приняло решение о выводе института за город и строительстве учебно-научного городка в хозяйстве „Щербинки“.

Объединение института с областной сельскохозяйственной опыт-

ной станцией увеличило число научных работников до 170 человек, среди них 80 профессоров, докторов, доцентов, кандидатов наук.

Все работы по развитию научно-производственной базы должны в основном выполняться силами студентов и ученых.

* * *

Изучая историю развития и деятельности Горьковского сельскохозяйственного института, необходимо признать в качестве истоков и даты его возникновения открытие Нижегородских высших сельскохозяйственных курсов 14 октября 1917 года. Это важное событие было вызвано революционным движением, желанием народа, его стремлением к реконструкции на новых началах крайне отсталого сельского хозяйства Поволжья. Необычайная нужда в специалистах вызвала у группы прогрессивных ученых Нижнего Новгорода мысль об организации Нижегородских высших сельскохозяйственных курсов. В середине 1917 года создается организационный комитет этих курсов, в состав которого вошли профессора М. П. Архангельский, М. С. Цвет, Д. Ф. Синицын, И. И. Бевад, В. А. Солонина и А. А. Кугушев. Особо должно быть отмечено деятельное участие в организации высших сельскохозяйственных курсов профессоров М. П. Архангельского и М. С. Цвета.

Собрания организационного комитета курсов проходили в помещении ботанической лаборатории профессора М. С. Цвета. Был выработан устав курсов, учебный план программы занятий и объявлено о приеме студентов. От желающих поступило 300 заявлений и собрано более 30 тысяч рублей денег. Принято было 135 человек, из которых большинство—женщины. Торжественное открытие сельскохозяйственных курсов состоялось 1 октября 1917 года. Директор курсов профессор Д. Ф. Синицын выступил с краткой яркой речью. Вскоре начались занятия. На первом курсе читались лекции по физике, химии, ботанике, зоологии, кристаллографии, минералогии, геодезии, введению в агрономию и политэкономии.

В 1918 году в Нижнем Новгороде был открыт университет, в который влились высшие сельскохозяйственные курсы на правах агрономического факультета. Впоследствии, в 1930 году, на базе агрономического факультета был создан сельскохозяйственный институт. В период становления института (1918—1930 гг.) были приглашены и избраны заведующими кафедрами профессор тов. Нагибин (1918 г.), профессор тов. Панков (1918 г.), профессор Б. П. Серебряков (1919 г.), профессор А. Н. Бачин (1922 г.), профессор тов. Кочетков (1921 г.), профессор А. Р. Миненков (1922 г.) и др.

Для организации учебной практики институту было передано хозяйство „Подвязье“ с животноводческими фермами, садом, оранжереей, пасекой и отличными земельными угодьями.

Профессор М. П. Архангельский заложил в „Подвязье“ опытное поле, на территории которого изучались агротехника и селекция зерновых культур. Кафедра растениеводства в свою деятельность широко вовлекала студенчество. Отсюда вышли ученые Е. И. Семенова, Л. В. Тихов, А. С. Крестьянинова, В. И. Вишневская.

Кафедра почвоведения, возглавлявшаяся профессором Б. П. Серебряковым, продолжая славные традиции русского почвоведа профессора В. В. Докучаева, приступила к осуществлению фундаментального труда—созданию почвенной карты Нижегородской губернии. Для осуществления этого, по тому времени смелого, замысла была организована экспедиция, в состав которой входили преимущественно студенты старших курсов агрофака: С. А. Горшунов, А. В. Казанский, В. М. Троицкий, П. И. Федянцев и др.

Силами кафедры были изучены почвы опытных полей Нижегородской губернии, некоторых совхозов Уральской и Чкаловской областей, наконец организована торфяная лаборатория. По мере расширения диапазона деятельности, в кафедру почвоведения вовлекались новые, наиболее талантливые, представители студенческой молодежи — А. С. Фатьянов, В. А. Линеев, В. М. Горячев и др. В 1931-32 году были проведены экспедиции по изучению почвенного покрова Татарской, Удмуртской, Марийской АССР, Кировской и Горьковской областей. Эти экспедиции дали огромный материал, который явился основанием для организации почвенного музея и составления коллекций в институте.

При кафедре почвоведения в 1931 году была открыта аспирантура, которую успешно закончили В. Ф. Шубин, А. С. Фатьянов и В. Д. Панников, получившие степени кандидата, а несколько позже — доктора сельскохозяйственных наук.

Проведенные исследования были опубликованы профессором Б. П. Серебряковым. До сих пор представляют научный и практический интерес „Труды по исследованию почв Нижегородской губернии", „Почвенная карта Нижегородской губернии", „Почвы Нижегородской губернии", „Известкование почв Нижегородского края", „Курс почвоведения".

В истории становления Горьковского сельскохозяйственного института ярко выделяется замечательный ученый профессор М. С. Цвет, ботаническая лаборатория которого была базой для организации кафедр ботаники, физиологии растений и микробиологии. Профессор М. С. Цвет был ботаником, посвятившим всю свою жизнь изучению хлорофилла. Открытый им метод хроматографического адсорбционного исследования веществ получил мировое признание и является гордостью отечественного естествознания. Ныне метод профессора М. С. Цвета применяется в физической химии, биохимии, неорганической химии, в ферментологии. Выполняя глубокие теоретические исследования, профессор М. С. Цвет был активным общественным деятелем и справедливо считается одним из основателей института.

Содержание деятельности кафедр растениеводства и почвоведения, ботаники и физиологии растений отражало общую линию всего коллектива ученых, направленную на осуществление главных организационных мероприятий по развитию высшего сельскохозяйственного образования и развертыванию борьбы за подъем сельского хозяйства.

После отъезда из Нижнего Новгорода профессора М. С. Цвета в 1919 году кафедру ботаники, анатомии и физиологии растений возглавил профессор С. Л. Иванов. Его оригинальные работы о влиянии географической зональности и климатических условий на химический состав растительных масел получили широкую известность и явились крупным вкладом в технологию лакокрасочной промышленности. В последующие годы кафедрой руководили профессора А. Р. Миненков (1923—1942) и А. А. Образцова (1942—1954). Они проводили большую научно-исследовательскую работу по выяснению эффективности бактериальных удобрений для разных сельскохозяйственных культур.

С 1954 года кафедрой заведует профессор В. П. Ногтев. Им выполнен ряд научных исследований по физиологии водного режима растений, экологии луговых культур и по некоторым специфическим защитным реакциям обмена веществ в корнях бобовых и злаковых растений при внедрении в эти корни бактериальных симбионов. Доцент кафедры Е. П. Хрущева успешно защитила в 1957 году докторскую диссертацию как результат своей многолетней работы по изучению микориз у сельскохозяйственных растений.

В своей деятельности коллектив института исходит из идеи Коммунистической партии о содружестве науки с практикой, с про-

изводством. Многие кафедры устанавливают тесную связь с колхозами и на примере их крупного общественного хозяйства решают актуальные вопросы земледелия и животноводства.

Кафедра селекции и семеноводства овощных культур—профессор В. В. Ордынский, доцент А. Д. Якимович, кандидат наук К. А. Шигонин, научные сотрудники Е. А. Амплеева и другие— является пионером организации семеноводческой работы по овощным культурам в колхозах Арзамасского и Кстовского районов, в Доскинском, Балахнинском и Правдинском совхозах Горьковской области. Это была не совсем обычная деятельность по семеноводству, ограниченная узким кругом ученых специалистов. Отнюдь нет. Здесь — содружество колхозников и ученых, давшее возможность применить в семенном деле новый прием—метод массовой селекции. С 1937 года была начата работа в колхозе имени Кирова, Кстовского района, с Вишенским луком, в Арзамасском районе—с Арзамасским сортом лука; с 1940 года—с капустой Слава и Номер первый, с морковью Нантская и Шантене, со свеклой Бордо, огурцами Неросимые и Ржавские и многими другими культурами.

В 1939 году Министерство сельского хозяйства РСФСР включило массовую селекционную работу Горьковского сельскохозяйственного института в свой план производства элитных семян овощных культур для пригородных зон страны. Несколько позже была создана специальная овощная селекционная станция зонального значения, узаконенная решением правительства в 1947 году.

В процессе развития семеноводческого дела воспитались кадры молодых селекционеров: агроном колхоза им. Кирова, Герой Социалистического Труда А. А. Атласкин, агроном А. С. Баранкова, научный сотрудник Т. С. Лучинкина из колхоза „Животновод", Арзамасского района, кандидаты наук А. В. Столяров, Л. Н. Санкин — автор местного сорта дыни Горьковчанка, В. Н. Аристов, селекционер сорта сахарной кукурузы, В. Н. Землянов, работающий над изучением роста и развития различных сортов яблони на подвоях Ранетке пурпуровой и дикой местной лесной яблоне.

К 1957 году кафедрой совместно с тружениками сельского хозяйства Горьковской области произведено и сдано в Сортсемовощ для пригородных зон крупных городов страны 75 907,5 кг высококачественных семян овощных культур.

Деятельность кафедры селекции и семеноводства нашла свое отражение в ряде печатных работ. Заслуживает внимания читателя труд профессора В. В. Ордынского „Массовая селекция овощных культур".

Не менее характерным является путь плодотворного сближения с производством кафедры разведения сельскохозяйственных животных. С 1925 по 1938 год кафедру возглавлял профессор А. А. Моторин. Он организовал широкое обследование крупного рогатого скота Нижегородского края, положенное в основу плана породного районирования. Профессор А. А. Моторин явился инициатором внедрения прогрессивного метода искусственного осеменения крупного рогатого скота. Под его руководством, еще будучи аспирантом (ныне доктор сельскохозяйственных наук, профессор), А. А. Капацинская начала работу по улучшению местных грубошерстных овец путем скрещивания их с гемпширами. В 1942 году за труд по этому вопросу А. А. Капацинской присвоена степень кандидата наук, а в 1950 году за создание горьковской мясошерстной породы овец присуждена Сталинская премия. В 1954 году А. А. Капацинская защитила докторскую диссертацию „Теоретические основы выведения новых пород овец".

Вся работа по выведению и совершенствованию горьковской породы овец проводилась в тесном контакте с колхозным производ-

ством. Теперь под руководством кафедры разведения работают 19 племенных колхозных овцеводческих ферм, на которых насчитывается более 10 тысяч овец. Научные работники кафедры и государственного племенного рассадника совместно с колхозниками проводят отбор животных, целенаправленный подбор, создают в овцеводстве крупные мужские линии и накапливают высокопродуктивные женские семейства. В результате глубокой племенной работы повышаются породные качества овец, увеличивается продуктивность животных, возрастает доходность колхозов. За последние годы шерстная продуктивность овец на племенных фермах составляет: у маток в среднем 3 кг, у лучших—6,5 кг, у баранов — 4,5 кг, у лучших —7 кг. С каждым годом увеличивается вывоз племенных баранов. Уже вывезено 3,5 тысячи голов в колхозы 17 районов Горьковской, Владимирской областей и совхоз „Комсомольский", Кустанайской области.

На кафедре выросли молодые ученые—лауреат Сталинской премии Е. В. Луковникова, Н. А. Газина и др.

В 1953 году составлен и издан 1-й том государственной племенной книги горьковской породы овец; в 1956 году подготовлен к печати 2-й том. На тему „Овцеводство в Горьковской области" написаны и опубликованы брошюры и статьи.

Упрочение и расширение связей Горьковского сельскохозяйственного института с производством нашло свое замечательное выражение в период Великой Отечественной войны. Высокое чувство патриотизма, беззаветное желание отдать свои силы на борьбу с ненавистным фашизмом охватило коллектив института.

Первого июля 1941 года ушла на фронт первая партия из 11 студентов добровольцев. Среди них студенты Лапшин, Протасов, Сыромятников, Барсов. Ушли на фронт добровольцами преподаватели Позолотин, Вершинин, Сергеев.

В условиях военного времени принимали участие в уборке урожая преподаватели и большая масса студентов. Институт организовал массовые курсы по подготовке городского населения к работам в хозяйстве. Только за зиму 1941-1942 года было подготовлено 10 700 человек. Институт помог сотням инвалидов Отечественной войны стать полеводами, животноводами, плодоовощеводами и пчеловодами. Было организовано издание популярных брошюр и плакатов в помощь сельскому хозяйству: вышло свыше 100 названий общим тиражом более восьмисот тысяч экземпляров.

Не было колхоза в нашей области, где бы не сказалось положительное влияние коллектива института на улучшение экономики сельского хозяйства.

Многие кафедры перестроили свою работу в соответствии с нуждами военного времени. Профессор Л. В. Тихов, заведующий кафедрой растениеводства, совместно с К. А. Галкиным, заведующим кафедрой органической химии, научным работником М. П. Бохановым, сотрудниками Р. С. Сенько, А. С. Крестьяниновой организовали выращивание лекарственных культур—валерьяны, дигиталиса, камфарного базилика и др. Под руководством профессора Л. В. Тихова проводилось широкое изучение и внедрение в колхозы и совхозы каучуконоса кок-сагыза.

Доцент А. Я. Подвалков разработал агротехнику культуры сахарной свеклы в условиях нечерноземной полосы и был настойчивым пропагандистом ее внедрения в сельское хозяйство Горьковской области.

Интересно отметить, что сахарная свекла давала по 300 — 400 центнеров с гектара; из нее в ряде мест вырабатывали патоку, сахарный сироп и другие изделия, что имело немаловажное значение в условиях военной экономики.

Профессора Н. А. Левашов и Н. А. Новиков-Головатый ра работали и внедрили в производство наиболее доступные приемы возделывания овощных культур.

Профессор С. И. Королев и сотрудники возглавлявшейся им кафедры селекции и семеноводства зерновых культур вывели два сорта проса № 417 и № 210, отличающиеся скороспелостью, крупностью зерна и высокой урожайностью.

Кафедра хранения и технологии сельскохозяйственных продуктов в составе ассистентов Т. В. Марчевской, А. Ф. Кузнецовой и профессора Л. Н. Любарского, вместе со студентами Фроловым и другими предложили скоростной метод сушки овощей и картофеля, что и было применено в производстве.

Кафедра организации социалистических сельскохозяйственных предприятий многое сделала для создания вокруг города Горького пригородной зоны и проведения мероприятий по рациональному использованию техники, природных богатств, рабочей силы и транспорта. Это имело существенное значение для улучшения снабжения трудящихся продовольствием.

В 1943 году в институте была организована сельскохозяйственная выставка о проделанной работе в условиях военного времени. Выставка имела большой успех. По предложению Комитета по делам высшей школы, часть выставки для более широкого обозрения была перевезена в Москву.

Значительная научная, производственная и общественная работа Горьковского сельскохозяйственного института в условиях военного времени была основанием для предоставления ему права присваивать ученую степень кандидата сельскохозяйственных наук.

В социалистическом межвузовском соревновании на протяжении всего военного времени Горьковскому сельскохозяйственному институту присуждалось переходящее знамя Наркомзема СССР. Это знамя и поныне хранится в институте.

Победоносно завершилась Великая Отечественная война. Наступили мирные дни. Были преодолены трудности восстановления сельского хозяйства. Партия и правительство поставили как главную всенародную задачу — крутой подъем сельского хозяйства с тем, чтобы организовать такое производство молока, мяса, жиров, зерна, фруктов, овощей, которое в достатке обеспечило бы население страны. В этом деле, как известно, выдающееся значение имеет дальнейшая механизация трудоемких процессов в земледелии и животноводстве. Сотни тысяч тракторов, комбайнов, других машин и оборудования направляются в сельское хозяйство. Резко возрастает потребность в механизаторах. Совет Министров СССР в 1950 году вынес решение об увеличении выпуска кадров механизаторов.

В числе ряда вузов страны Горьковскому сельскохозяйственному институту было поручено открыть факультет механизации для подготовки инженеров-механизаторов по специальности механизации сельскохозяйственных процессов. Большая организаторская работа по созданию нового факультета выполнена деканом факультета доцентом А. А. Патрушевым, доцентами Н. И. Серебряковым, В. И. Борисовым, Н. М. Гудим-Левкович, А. В. Черкасовым и др. В 1955 году были выпущены первые 92 инженера.

Ныне на факультете механизации имеются крупные кафедры, возглавляемые квалифицированными учеными и располагающие ценным оборудованием, позволяющим вести на высоком уровне учебный процесс и научно-исследовательскую работу. Факультет установил контакт с заводами сельскохозяйственного машиностроения и организовал испытание различных машин и тракторов.

Кафедра общего земледелия, возглавляемая доцентом В. П. Нар-

циссовым, разработала систему земледелия для колхозов Горьковской области и Чувашской АССР, способы возделывания озимой пшеницы по стерне, посев озимых по непаровым предшественникам.

Доцент В. П. Нарциссов опубликовал книгу „Травопольная система земледелия и ее освоение", отмеченную премией В. Р. Вильямса. В своих основных положениях эта система земледелия успешно внедряется в колхозах Городецкого, Чкаловского, Кстовского, Богородского и других районов Горьковской области.

Профессором М. М. Максимовичем выведены новые сорта картофеля. В частности, сорт Дружба, который по своим качествам превосходит местные сорта и устойчив к раковым поражениям.

Профессором Л. В. Тиховым изучены и внедрены способы возделывания кукурузы, обеспечивающие получение достаточно высокого устойчивого урожая зеленой массы и початков. В колхозах Кстовского и Б.-Мурашкинского районов проведены опыты по уплотнению посевов кукурузы бобовыми растениями, проверены способы и густота посева разных сортов, возделывание кукурузы в пару.

Доцентом Е. И. Семеновой рекомендованы приемы агротехники для производственных условий, способствующие продвижению твердой пшеницы в нечерноземную зону.

Под руководством кандидата сельскохозяйственных наук М. А. Соболевой внедрена в производство новая для Горьковской области злаковая трава регнерия, дающая в среднем с гектара по 50 — 60 центнеров сена и по 10 центнеров семян, а также разработана агротехника возделывания озимой вики на зерно.

На площади около 15 тысяч гектаров в 1956 году был введен зеленый конвейер по схеме, разработанной Н. С. Скрябиным. Этим ученым созданы и внедряются в производство эффективные приемы получения высоких урожаев трав: двухукосное использование поемных лугов, посев травосмесей, обеспечивающих устойчивые урожаи сена, введение сенокосно-пастбищных севооборотов на поемных лугах.

В системе мероприятий по созданию кормовой базы для животноводства заслуживают внимания труды и рекомендации профессора В. П. Ногтева и М. Н. Рудаковой, Е. Н. Двинских, А. А. Жарких по смешанным посевам синегибридной люцерны и лисохвоста. Такая смесь ранней весной дает зеленый корм с более длительным сроком его использования (на 7 — 10 дней), чем озимая рожь на подкормку. В период с 2 по 12 июня люцерно-лисохвостная смесь дает с гектара 100—120 центнеров зеленой массы, а позже, в августе, второй урожай—25 центнеров сена с гектара.

Группа ученых животноводов направляет свои усилия на разрешение вопросов повышения продуктивности скота. Доцент В. В. Капацинский и работники колхозных племенных ферм, племенных рассадников и совхозов Богородского и других районов успешно осуществляют совершенствование породы красного горбатовского скота.

Доцентом И. И. Татаринцевым совместно со специалистами племенного совхоза „Власть Советов" и колхозов Шатковского района разработаны мероприятия по дальнейшему улучшению племенных и продуктивных качеств симментальского скота в южных районах области.

Доцент М. И. Калинин разработал систему кормления и выращивания молодняка при минимальных затратах концентратов и цельного молока.

Профессором А. Н. Мельниченко рекомендована методика построения цветочно-нектарного конвейера, как средства повышения медосбора и урожайности медоносных культур. Конвейер внедрен в колхозах им. Ленина и „Победитель", Горьковской области и в 10 колхозах Винницкой области УССР. Опубликована книга А. Н. Мельниченко „Цветочно-нектарный конвейер и управление медосбором".

Кафедра организации социалистических сельскохозяйственных предприятий (профессор Н. Д. Ладыгин, доценты А. М. Юдинцев, М. К. Лапшин, И. Н. Замыслов) предложила для широкого внедрения новые формы материальной заинтересованности, мероприятия по увеличению производства мяса и молока на 100 гектаров земельных угодий при минимальных затратах труда и средств.

Научными работниками кафедры марксизма-ленинизма доцентом М. Е. Кабиным, кандидатами исторических наук А. П. Смородиным, Д. С. Забегаловым и другими изучены вопросы: выполнение первого пятилетнего плана в Нижегородском крае; нижегородская промышленность на пути индустриализации; борьба нижегородских большевиков за руководство крестьянским движением в Нижегородской губернии в революцию 1905—1907 гг.

Двадцатый съезд Коммунистической партии, определив мероприятия по крутому подъему сельского хозяйства, подчеркнул необходимость дальнейшего улучшения высшего сельскохозяйственного образования. В документах съезда указывается, что высшие сельскохозяйственные учебные заведения добились хороших результатов в подготовке кадров, но, вместе с тем, они все еще работают в отрыве от колхозно-совхозного производства, опытных сельскохозяйственных станций и научно-исследовательских учреждений.

В современный период — крутого подъема земледелия и животноводства — Горьковский сельскохозяйственный институт осуществляет в свете решений XX съезда мероприятия по коренной перестройке своей учебной и научной деятельности.

Первый шаг был сделан в направлении объединения и координации научных сил и средств института и сельскохозяйственной опытной станции.

Прежде всего, было определено, что объединение исходит из сохранения уставных принципов областной опытной сельскохозяйственной станции, с правами юридического лица, с отделами и опорными пунктами. Вместе с тем, основной научно-учебной единицей в институте является кафедра, в которую входит отдел станции. Таким образом, кафедра и отдел станции составляют одно целое. Научные сотрудники отделов станции являются членами кафедр института и привлекаются к педагогической работе.

Теперь в институте создались крупные группы ученых. Кафедра селекции и семеноводства зерновых культур вместе с отделами состоит из 16 человек, кафедра общего земледелия — из 11, растениеводства — 17, кафедра кормления и разведения сельскохозяйственных животных увеличилась на 12 человек и т. д.

В едином плане к разрешению поставлены проблемы выведения новых и улучшения существующих сортов сельскохозяйственных культур, для лесостепной зоны—урожайного сорта озимой пшеницы, устойчивого к вымерзанию. За время с 1954 по 1957 годы было испытано значительное количество привозных сортов кукурузы. Получены межсортовые гибриды и самоопыленные линии. Этим положено начало разрешению проблемы, выведению новых сортов кукурузы и межлинейных высокоурожайных гибридов, обеспечивающих высокие и устойчивые урожаи. Интересные работы намечены по улучшению семенных качеств картофеля Ранняя роза и других сортов.

Большое место в тематике единого плана занимают вопросы увеличения урожаев сельскохозяйственных культур и создания устойчивой кормовой базы на основе повышения эффективности плодородия и окультуривания почв Горьковской области.

Наряду с изучением систем удобрений в севообороте, кафедрой агрохимии выдвигается сидерация как радикальный метод повышения плодородия почв и предложения, в связи с этим, наиболее эффектив-

ных методов создания собственных семенных участков кормового и многолетнего люпина в колхозах области.

Кафедры зоотехнического факультета и отдел животноводства сосредоточивают свои усилия на решении проблемы повышения продуктивности и доходности животноводства в колхозах и совхозах области. (Совершенствование красного горбатовского, симментальского и больше-мурашкинского швицизированного скота; испытание пород крупного рогатого скота, свиней, овец; разработка наиболее экономичных кормовых рационов, химических способов приготовления силоса и т. д.).

Кафедры факультета механизации заняты главным образом вопросами совершенствования конструкции машин и орудий.

Кафедра организации социалистических сельскохозяйственных предприятий разрабатывает систему мероприятий по увеличению производства молока и мяса на 100 гектаров земельных угодий при наименьших затратах труда и средств. Сюда относится изучение факторов производства мяса и молока, себестоимости и форм материальной заинтересованности.

Составление единого плана научно-исследовательской работы является важным условием успеха, так как устраняет дублирование в тематике и более рационально координирует силы ученых в разрешении намеченных проблем. И все-таки это—лишь одно из преимуществ объединения института и станции. Не менее, а может быть и более важным является концентрация материально-технических средств и расширение диапазона научно-производственных связей с колхозами и совхозами. После объединения с опытной станцией и присоединения двух совхозов институт расширил свою территорию до 3900 гектаров. Крупного рогатого скота на его фермах насчитывается 806 голов (в том числе 418 коров), свиней 820, лошадей 228, птицы 7719 голов.

Основные средства в сельском хозяйстве института на 1/I 1958 года составляли около 20 млн. рублей, что превышает пять тысяч рублей на один гектар, характеризуя высокий уровень интенсивности. Причем этот уровень имеет резкую тенденцию к возрастанию. Только за 1957 год Министерство сельского хозяйства СССР направило в институт различных современных машин на 600 тысяч рублей. Вместе с тем была повышена общая культура земледелия и животноводства в учебных хозяйствах и на полях станции. Институт добился увеличения прибыли от своего сельского хозяйства с 400 тысяч рублей в 1956 году до 2100 тысяч рублей в 1957 году, то есть в 4,5 раза. Из этой суммы почти миллион рублей будет направлен на капиталовложения, то есть на дальнейшую интенсификацию.

Расширение материально-технической базы позволило увеличить территорию под опытными полями в 1957 году до 336 гектаров, а в 1958 году—до 400 гектаров.

На практические рельсы поставлена и разрешается тема испытания пород крупного рогатого скота, свиней и овец.

В 1956 году на опытной станции имелись крайне ограниченные возможности для производства высококачественных семян элиты, а также для выведения чистопородного молодняка.

Уже в 1957 году в связи с передачей институту двух совхозов, смежных с полями опытной станции, производство элиты по зерновым культурам составило 370 тонн, картофелю — 200 тонн. Вместе с тем было произведено 10 тонн семян люпина, тимофеевки 10 тонн, 34,3 тыс. штук саженцев плодово-ягодных культур, свыше 10 тысяч штук рассады овощных и цветочных растений, 4680 кг семян овощных культур. Животноводы вырастили 110 телят, 2000 голов молодняка птицы.

Институт считает, что основным направлением в его практической деятельности является всемерное увеличение производства для колхозов Горьковской области высококачественных семян районированных сортов культурных растений и молодняка лучших пород животных. Поэтому он решил продать им 500 тонн зерновых (элиты), 400 тонн картофеля, 70 тысяч саженцев плодово-ягодных культур, 4680 кг семян овощных культур.

В дальнейшем на полях и животноводческих фермах института и станции ежегодно будет умножаться производство высококачественных семян, посадочного материала и молодняка животных для продажи колхозам. Это весьма важное дело. Но оно далеко не исчерпывает поставленной XX съездом КПСС задачи об усилении роли сельскохозяйственных институтов в крутом подъеме земледелия и животноводства.

Для углубления научно-производственных связей с колхозами и совхозами необходимо создать более совершенную и вместе с тем более оперативную и действенную систему распространения и внедрения достижений ученых в практику, жизнь.

Следуя принятым в опытном деле положениям, были сохранены так называемые опорные пункты в колхозах. Их восемь—по одному в Городецком , Уренском, Семеновском, Шатковском, Арзамасском, Пильненском, Починковском и Дивеевском районах.

Задача опорных пунктов — производственная оценка и распространение в конкретных природно-экономических условиях рекомендуемых институтом и станцией агро-и зоомероприятий.

Не трудно видеть, что восемь опорных пунктов среди 1600 колхозов области—это очень мало. Поэтому было принято решение создать на местах, наряду с опорными пунктами, колхозное опытное поле и колхозную опытную животноводческую ферму. Их цели и задачи формулируются в таком виде.

Колхозное опытное поле организуется в колхозах в целях демонстрации для широкого круга колхозников мероприятий по повышению плодородия почвы, урожайности, защиты растений и т. д. Работа на колхозном опытном поле проводится студентами-практикантами совместно с колхозниками под руководством колхозного агронома.

Колхозная опытная животноводческая ферма организуется в колхозах в целях наглядной демонстрации для широкого круга колхозников, животноводов мероприятий по увеличению производства мяса, молока, яиц, шерсти. Работа на колхозной опытной животноводческой ферме производится студентами зоотехнического факультета совместно с колхозниками под руководством колхозного зоотехника.

В 1958 году приступлено к созданию 70 колхозных опытных полей и животноводческих ферм. В 1959 году число их будет доведено до 160, то есть по одной организации на десять колхозов.

Осенью, в годовщину возникновения института, 14 октября полученные результаты по всей экспериментальной сети (опытная станция, учебные хозяйства, опорные пункты, опытные поля и фермы колхозов) были представлены на традиционной сельскохозяйственной выставке института. В 1958 году была проведена уже третья такая выставка, где на общественный просмотр и изучение вынесены совместные работы ученых, студенчества, колхозников, специалистов колхозов, совхозов.

На выставке 1957 года достижения по сельскому хозяйству самого института занимали почетное место. Опытной станции и учебным хозяйствам было что показать колхозам и совхозам Горьковской области.

Средний удой по стаду в 418 голов составил 4067 кг на корову, а в учебном хозяйстве „Пригородное“ — по 5689 кг. На 100 гектаров

земельных угодий произведено 552 ц молока, 50,3 ц мяса, яиц—на 100 гектаров зерновых—91,6 тыс. шт. Урожай зерновых—16,2 ц с гектара. На значительных массивах урожай зерна превзошел 30 центнеров. Хорошие результаты получены по кормовым культурам—урожай сена клевера 35,3 ц/га, на лучших участках—по 60—70 ц/га, кукурузы—до 900 ц/га. Превосходных результатов добились птицеводы института: от одной несушки по 145 яиц, а от всего поголовья—около одного миллиона яиц.

Свои успехи коллектив ученых, студентов, рабочих и служащих института рассматривает как первые шаги к высокорентабельному хозяйству.

В перспективном плане развития института поставлена задача: в самое ближайшее время удвоить производство продукции, резко снизить себестоимость и утроить чистый доход от сельского хозяйства.

Повышение общей культуры земледелия и животноводства на опытной станции и в учебных хозяйствах открывает новые возможности для обучения студенчества.

В 1957 учебном году были вынесены в учебное хозяйство „Щербинки" лекционные и практические занятия только по третьему и четвертому курсам зоотехнического факультета и то лишь зимой.

В 1958 году на весенне-летнее и осеннее время в учебное хозяйство были перенесены, наряду с учебной практикой, и лекционные занятия по земледелию, защите растений, плодоводству и овощеводству, агрохимии, животноводству, хранению и переработке сельскохозяйственных продуктов.

Деканы факультетов должны добиваться максимального сближения теории с практикой, лекционных курсов с практическими занятиями, организуя по возможности их проведение непосредственно в поле, саду, на животноводческих фермах.

Таким образом, студенты 1, 2 и 3 курсов приобретают опыт ведения хозяйства в учебных хозяйствах и на опытной станции, а 4-го курса — на опорных пунктах, колхозных опытных полях и колхозных опытных животноводческих фермах.

Новые формы подготовки специалистов не ограничиваются рамками института, его учебных хозяйств и пределами Горьковской области.

По призыву Центрального Комитета КПСС в 1956 году в совхоз „Комсомольский", Кустанайской области, на уборку урожая поехало 300 студентов. Этим мероприятием было положено начало дружбе с совхозом „Комсомольский". За отличную работу по уборке урожая дирекция и парторганизация совхоза наградили около 200 студентов значком „За освоение целинных земель" и ценными подарками.

В целях развития и укрепления дальнейшей связи заключен договор дружбы между совхозом „Комсомольский" и институтом. По этому договору институт отправил в совхоз 200 овец горьковской породы, семена лесных пород для выращивания полезащитных полос, семена вновь выведенного сорта картофеля 123-А, партию семян овощных культур.

15 апреля 1957 года в совхоз на посевные работы выехало 90 студентов факультета механизации. Они работали в качестве трактористов, рабочих на посевных агрегатах.

Студенты на целине должны не только принимать участие в посевных работах, но и в свое время убирать урожай. В 1957 году в уборке приняло участие свыше 200 студентов.

Для сближения с производством и вовлечения председателей колхозов и директоров совхозов в дело улучшения качества подготовки специалистов в институте проводятся конференции.

На конференциях заслушиваются доклады деканов, затем сообщения председателей колхозов, директоров совхозов. Так, в 1958 году на конференции выступили председатель колхоза „Искра“ П. М. Демин, „Красный маяк“ — И. П. Железов, имени Тимирязева—И. А. Емельянов, б. директор Городецкой МТС—Е. В. Алалыкин и др. Активное участие в обсуждении вопросов, связанных с устранением недостатков в производственной практике, приняли студенты и преподаватели института.

Конференция одобрила годичный план производственной практики. Было вынесено решение о широком вовлечении сельской молодежи в производственные опыты, которые должны закладываться во время практики с тем, чтобы обеспечить проведение очередной сельскохозяйственной выставки на более высоком уровне.

Суть дела состоит в том, что студенты во время учебной и производственной практики вместе с колхозниками, рабочими и специалистами проводят опыты производственного значения по получению больших урожаев кукурузы, картофеля, зерновых и других культур, а также раздой коров и откорм свиней, добиваются высоких показателей производительности труда на тракторах, комбайнах, на ручных и конных работах.

В 1956 году в первой выставке участвовало свыше 320 студентов и сельской молодежи. Было представлено 430 экспонатов в отделах: „Животноводство“, „На целине“, „Механизация и изобретательство“; „Плоды и овощи“, „Кукуруза“; „Зерновые культуры“; „Наши учебные хозяйства“; „Студенты—мастера высокой выработки“.

Среди экспонатов отдела „Кукуруза“ особый интерес вызвали работы студентки Тореевой, проведенные совместно со звеньевой Агеевой из колхоза им. Ленина, Бутурлинского района. Они получили по 670 центнеров зеленой массы кукурузы с гектара. Звеньевая Демина и студентка Парамонова вырастили в колхозе им. Сталина, Б.-Мурашкинского района, урожай кукурузы в 860 центнеров с гектара, а студент Никонов совместно со звеньевой Аладьиной в том же хозяйстве —730 центнеров с гектара. Студент Кузнецов получил в колхозе „Заветы Ленина“, Борского района, по 420 ц/га картофеля.

В отделе „Механизация“ была выставлена работа студента Краснова „Электродный водонагреватель“. Нагреватель, сооруженный совместно с колхозниками артели им. Жданова, Кстовского района, обеспечивает получение кипятка при меньших затратах (в 3—4 раза), чем в обычных условиях.

Интересны работы по выращиванию картофеля студентки Кремзо и колхозного агронома Панова из артели „Советская деревня“, Богородского района. Применяя органо-минеральные смеси, они получили по 230 центнеров клубней с гектара. Студент Колбасин и звеньевая Ремизова из колхоза им. Ленина, Богородского района, вырастили по 240 ц/га картофеля.

Студент Ведров представил доильную площадку, сооруженную в совхозе „Богородский“, Богородского района, позволяющую доярке выдаивать молоко от 30—50 коров.

На выставке была проведена научная конференция, на которой с докладами выступили студенты, сельские комсомольцы, молодые специалисты.

Было заслушано свыше 30 докладов.

Следует отметить, что оформление выставки проводилось силами студентов под руководством профессоров и преподавателей.

На сельскохозяйственной выставке присуждено свыше 200 похвальных грамот и вручены ценные подарки: велосипеды, патефоны, часы, радиоприемники и т. п.

В качестве поощрительных мер установлены премии: имени

проф. Серебрякова — за лучшую работу по растениеводству, имени проф. Бачина — за лучшую работу по животноводству, имени проф. Нагибина — за лучшую работу по механизации и электрификации сельского хозяйства.

На конкурс поступило 28 работ. Первая премия присуждена студентке 5-го курса плодоовощного факультета И. А. Мишулиной за работу „Зимостойкость сортов яблони", вторая премия — студентке 5-го курса зоотехнического факультета Степановой за работу по совершенствованию горьковской породы овец, третья премия — студенту 4-го курса факультета механизации Краснову за работу „Электродный водонагреватель". Эта работа была опубликована в журнале „Наука и передовой опыт в сельском хозяйстве". В институт поступили запросы с Украины, из Краснодара, Ставрополя, Сибири, центральной полосы России с просьбой выслать чертежи „экономичного электроводонагревателя".

Студенты Зарубин, Шелехова, Харчева получили премии за брошюры о кукурузе.

Подготовка хороших специалистов для социалистического сельского хозяйства во многом зависит от комплектования абитуриентами каждого нового приема в институт.

В 1956 году у нас был большой конкурс: было подано свыше 1500 заявлений на 250 мест. Одновременно выяснилось, что из 250 человек, принятых в институт, с производственным стажем было всего лишь 18. Поэтому дирекция и партийная организация нашли целесообразным предложить абитуриентам, не зачисленным в институт, поступить в качестве рабочих в учебное хозяйство. Было подано около 400 заявлений. Отборочная комиссия рекомендовала зачислить в качестве рабочих 96 человек. Все они и были приняты на работу в учебное хозяйство „Новинки". Молодые люди работают на молочной, свиноводческой и птицеводческой фермах, в мастерских, а также в качестве чернорабочих. Многие из них показали высокие образцы работы. Так, например, абитуриентка Сырова, работающая дояркой, надоила за первое полугодие 1957 года 1571 кг молока от одной коровы, а за март — 409 кг.

Замечательно работают на животноводческих фермах бывшие десятиклассники Жорина, Швецов, Дегтярев, Ибрагимова и другие.

Начиная с декабря 1957 года, для молодых рабочих-абитуриентов организованы курсы по подготовке в институт, на которых изучаются физика, химия, русский язык и математика.

В 1957 году в институт была принята в значительном количестве молодежь, получившая хороший производственный опыт.

Горьковский сельскохозяйственный институт уверен, что, идя по пути, указанному Коммунистической партией, он в ближайшее время станет крупным центром науки и подготовки высококвалифицированных кадров для социалистического сельского хозяйства.

С. А. Горшунов,
кандидат сельскохозяйственных наук

АГРОТЕХНИКА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В СВЯЗИ С УСЛОВИЯМИ ПЕРЕЗИМОВКИ

Урожай озимых культур, как известно, в меньшей степени подвержен колебаниям, чем урожай яровых культур. Эти колебания вызываются не только агротехническими, но и метеорологическими условиями вегетационного года, что видно на примере передовых хозяйств Горьковской области, из года в год применяющих высокую агротехнику. Так, в колхозе имени М. Горького, Богородского района, давно славящемся хорошими урожаями озимой пшеницы, в 1946 году было получено 16,2 ц/га, а в 1951 году—33,75 ц/га. Артель „Искра" того же района в 1944 году собрала по 5,5 ц/га, а в 1948 году—по 21,2 ц/га. На областной опытной станции земледелия урожай озимой пшеницы в 1949 году был равен 12 ц/га, а в 1951 году—38,1 ц/га. На Богородском госсортоучастке в 1939 году озимая пшеница совсем погибла, а в 1940 году дала по 39,2 ц/га; Лысковский госсортоучасток в 1948 году получил 7,9 ц/га, а в 1951—40,5 ц/га.

Подобных примеров можно привести очень много. При этом нет оснований говорить о том, что в годы, когда был получен особенно низкий или особенно высокий урожай озимой пшеницы, агротехника ее возделывания заметно отличалась. Само собой разумеется, что при плохой агротехнике колебания становятся еще более резкими, а средние урожаи — более низкими.

Основной причиной резких колебаний является гибель растений при перезимовке, но состояние озимой пшеницы в большой степени зависит и от метеорологических условий периода весеннего кущения. Более высокие урожаи получены в те годы, когда перезимовка была благополучной, а весенние условия оказывались благоприятными для кущения (1951, 1941 гг. и некоторые другие).

Для получения высоких и устойчивых урожаев озимой пшеницы недостаточно обычного, хотя бы и высокого агрофона; для этого необходимо проведение комплекса агротехнических мероприятий, повышающих прежде всего зимостойкость растений. Рекомендуемый ниже комплекс агромероприятий основан на анализе условий перезимовки озимой пшеницы, ибо „чтобы повысить урожайность и увеличить валовые сборы зерна, надо применять продуманный комплекс мероприятий, учитывающий условия и требования возделывания той или иной культуры" (1).

Прежде чем перейти к описанию агротехнических мероприятий,

кратко остановимся на условиях и причинах гибели озимой пшеницы при перезимовке. Эти условия изучены нами для правобережья Горьковской области как на основании личных наблюдений, проведенных в 1942—47 гг., так и по данным б. Симбилейской опытной станции, Горьковской агрометеорологической станции, Богородского, Лысковского и Д.-Константиновского госсортоучастков, областной комплексной опытной станции по земледелию, Симбилейской, Павловской и Лысковской метеорологических станций. Учтена также практика возделывания озимой пшеницы в некоторых передовых колхозах области (имени М. Горького, „Искра", „Советская деревня" Богородского района).

Условия и результаты перезимовки изучены за тридцатилетний период (1923—1953 гг.).

Для выявления результатов перезимовки растений применялся полевой метод — определение густоты травостоя на „эталонах" осенью перед уходом в зиму и весной после возобновления вегетации (в четырехкратной повторности). Кроме того, зимой производилось определение жизнеспособности растений методом отращивания монолитов.

За тридцатилетний период девять лет оказались особенно благоприятными для перезимовки. Это были годы 1923-24; 1930-31; 1931-32; 1932-33; 1934-35; 1936-37; 1939-40; 1940-41 и 1950-51 (см. таблицу 1).

В таблице 1 приведена краткая характеристика метеорологических условий четырех зим из девяти.

Таблица 1

Основные факторы перезимовки

Год	Температурный режим					Снежный покров			Продолжительность периодов	
	наименьшие температуры при снежн. покрове до 15 см		абсолютн. минимум в воздухе	число дней		наибольшая высота	высота при сильных морозах	продолжительность	зимнего	зимне-весеннего
	суточная	пентадн.		со средней температурой ниже —20°	с оттепелями					
1930-31	—25,8	—20,4	—30,0	13	27	27	5—10	156	155	25
1931-32	—24,5	—18,8	—28,9	13	26	52	0	127	149	21
1939-40	—12,7	— 9,4	—41,1	24	43	44	19	147	161	29
1950-51	—21,8	—16,8	—33,1	4	16	15	6—15	92	125	12
Среднее за 30 лет	—18,5	—13,6	—32,0	10	32	43	21	142	152	31

Из таблицы 1 видно, что значительные и довольно длительные морозы при малоснежье, при отсутствии снежного покрова не вызывают гибели озимой пшеницы. Зимой 1950-51 года минимальная температура почвы на глубине узла кущения опускалась до —12,0°, а в зимние месяцы 1931-1932 года— еще ниже.

Таким образом, озимая пшеница обладает значительной морозостойкостью. Хотя условия для ее закалки осенью 1931 года не были достаточно благоприятными, все же она оказалась довольно стойкой к низким температурам.

Зима 1939-40 года известна своей суровостью: среднесуточные температуры воздуха опускались до—32,8° при средней толщине снежного покрова в 19 см, а температура на глубине узла кущения в это время не была ниже—8,6°. Следовательно, даже такой толщины снежный покров в наших условиях является достаточной гарантией

против вымерзания озимых. В малоснежные зимы 1930-31 и 1950-51 гг. перезимовка была особенно благополучной.

К концу марта 1931-32 г. средняя толщина снега достигла большой величины—52 см. Но и такой большой слой снега не вызвал гибели растений — выпревания не было. Дело в том, что в эту зиму продолжительность периода со снежным покровом была небольшой (127 дней), а снеготаяние проходило дружно.

За тридцатилетний период одиннадцать лет оказались особенно неблагополучными для перезимовки озимой пшеницы: это были 1924-25, 1925-26, 1927-28, 1928-29, 1929-30, 1933-34, 1935-36, 1937-38, 1938-39, 1943-44 и 1945-46 годы.

В таблице 2 приведены данные, характеризующие условия перезимовки за 6 лет. Из этих данных видно, что годы большой гибели растений резко отличаются между собою по метеорологическим условиям. Из шести зим три были многоснежными (1925-26, 1943-44 и 1945-46) и очень длительными. Минимальная температура на глубине узла кущения зимой 1943-44 года не опускалась ниже—5,9°, а в 1945-46 году до—11,2.[1] Такая температура, наблюдавшаяся в самом начале зимы 1945-46 года, в ноябре, оказалась неопасной; при отращивании проб в декабре и январе гибели растений или совсем не было, или же в отдельных пробах она оказалась незначительной (менее 5%). Но то, что озимая пшеница длительное время находилась под толстым снежным покровом при температуре на глубине узла кущения немного ниже 0°, а иногда даже и выше 0° (в 1943-44 г.) — это привело к истощению растений, вследствие расхода питательных веществ на дыхание.

Таблица 2

Основные факторы перезимовки

Год	Температурный режим					Снежный покров			Продолжительность периодов	
	наименьшие температуры при снежн. покрове до 15 см		абсолютн. минимум в воздухе	число дней		наибольшая высота	высота при сильных морозах	продолжительность	зимнего	зимне-весеннего
	суточная	пентадн.		со средн. температурой ниже —20°	с оттепелями					
1924-25	—27,1	—19,6	—28,4	6	46	18	1—3	116	144	43
1925-26	—11,8	— 7,9	—31,0	5	27	66	58	159	168	16
1927-28	—29,6	—22,2	—32,4	14	36	40	7—12	162	176	36
1928-29	—34,1	—29,1	—37,2	13	16	28	9—12	150	149	41
1943-44	— 7,0	— 3,4	—21,5	0	56	63	47	161	168	51
1945-46	—21,7	—18,5	—36,3	11	33	46	13	156	175	23
Среднее за 30 лет	—18,5	—13,6	—32,0	10	32	43	21	142	152	31

Такие условия явились благоприятными и для развития некоторых грибных болезней, особенно снежной плесени. В итоге — большая гибель растений от выпревания. Аналогичные условия наблюдались и в 1933-34, 1935-36 и 1937-38 гг.

На Горьковской агрометстанции зимой 1935-36 года был поставлен специальный опыт для выяснения причин, способствующих гибели растений при перезимовке. Зима 1935—36 года была многоснежной, умеренно морозной и довольно длительной; минимальная температура

[1] Наблюдения за температурой на глубине узла кущения в г. Горьком начались только с 1938 г.

воздуха опускалась до —32,5°. В опыте на делянках, лишенных снега, пшеница совсем не погибла, тогда как на делянках с естественным снежным покровом (до 60 см) выпало 67% растений.

Зимы 1924-25, 1927-28 и 1928-29 гг. (см. таблицу 2) были совсем иными: малоснежными, с сильными морозами. В 1928 и 1929 годах озимая пшеница вымерзла на обширной территории Европейской части СССР. Аналогичные условия наблюдались также в 1929-30 и 1938-39 гг.; в последнем минимальная температура на глубине узла кущения понижалась до —16°.

Но в эти годы происходило, несомненно, и выпревание пшеницы. В 1924-25 г. февраль и март оказались особенно теплыми, с частыми и длительными оттепелями, снеготаяние шло очень медленно: все это способствовало выпреванию. Зимы 1927-28, 1928-29 и 1938-39 гг. были очень длительными, с замедленным весенним таянием снега, что вызвало гибель ослабленных морозами растений от выпревания. Зимой 1929-30 года снеготаяние также протекало очень медленно.

Детальный анализ условий перезимовки озимой пшеницы в остальные годы тридцатилетнего периода дал нам возможность прийти к выводу, что основной причиной гибели растений и в эти годы было также выпревание. Ему способствовали следующие условия: 1) высокий снежный покров, 2) длительность периода со снежным покровом, 3) большая продолжительность переходного зимне-весеннего периода, 4) частые и сильные оттепели в середине или в конце зимы. Сочетание двух-трех этих условий всегда вызывает значительную гибель растений от выпревания, сопровождающегося грибными болезнями (особенно снежной плесенью)

Растения погибали и от других причин: от вымокания, выпирания, засыхания, образования ледяной корки, распространения вредителей. Но в этих случаях гибель их не была сплошной, а наблюдалась лишь как местное явление, на небольшой территории (пятнами).

Применение различных агротехнических мероприятий осенью, зимою и ранней весной может или значительно ослабить действие неблагоприятных метеорологических условий или, наоборот, усилить его, что и наблюдается на практике. Комплекс агротехнических мероприятий должен составляться с учетом, что основной причиной гибели озимой пшеницы в условиях Горьковской области[1] является выпревание. При составлении комплекса необходимо учитывать местные условия, которые могут способствовать гибели растений в результате других причин (вымерзание, вымокание и др.). Должны учитываться и метеорологические условия периода перезимовки, особенно тогда, когда они резко отклоняются от обычных.

Агротехника возделывания озимых культур разработана наукой и практикой довольно тщательно, что в нормальные (средние) годы дает возможность получать высокие урожаи. Но в годы, значительно отклоняющиеся по метеорологическим условиям от „нормы", урожаи обычно снижаются и часто наблюдается большая их пестрота. Она — эта пестрота — вызывается, с одной стороны, чисто местными условиями (рельеф, облесенность, почвы и др.) и, с другой стороны, применением отдельных приемов агротехники, являющихся специфическими для данного года. Эти отдельные приемы, как и местные условия, могут или усиливать, или ослаблять действие неблагоприятных метеорологических условий.

Агромероприятия, оказывающие влияние на результаты перезимовки, обычно делятся на: а) осенние — предупредительные (профилактические), б) зимние, которые изменяют или устраняют неблаго-

[1] Исключая юго-восточные районы.

приятные условия, в) ранне-весенние—ликвидирующие последствия неблагополучной перезимовки (21).

Переходим к описанию отдельных мероприятий комплекса „зимней“ агротехники озимой пшеницы в условиях Горьковской области.

Выбор сорта. Значение сорта для получения высоких и устойчивых урожаев в определенных почвенно-климатических условиях общеизвестно. Выше указывалось, что основной причиной гибели растений при перезимовке в левобережье и на севере правобережья Горьковской области является выпревание. Следовательно, сорт прежде всего должен быть стойким против выпревания. Кроме того, он должен быть устойчивым против снега и грибных болезней, особенно к снежной плесени и склеротинии. Все основные сорта озимой пшеницы — как ранее возделывавшиеся, так и возделывающиеся в настоящее время (Симбилейская-146, ржано-пшеничный гибрид 46/131, Ульяновка, Горьковчанка)— обладают большой морозостойкостью, но, к сожалению, неустойчивы к выпреванию. Ближайшая задача наших селекционеров — вывести сорт, стойкий против выпревания.

Выбор места. Лучшим предшественником озимой пшеницы в севообороте является чистый удобренный черный пар. Однако при высокой агротехнике она дает хорошие урожаи и по занятому пару (7, 23). Только в засушливые годы занятый пар гораздо менее эффективен, чем чистый черный. Так, на Богородском госсортучастке в 1939 году по сидеральному пару совсем не было урожая.

Под пшеницу малопригодны песчаные, грубосупесчаные, тяжелые заплывающие, бесструктурные почвы. Непригодны для нее истощенные, неудобренные, засоренные земли, а также сильно кислые (pH менее 5), требующие предварительного известкования. Почвы, кислотность которых колеблется от 5 до 5,5, мало надежны для получения высоких устойчивых урожаев, они также нуждаются в известковании. Внесение извести необходимо не только в связи с тем, что кислая реакция отрицательно сказывается на росте и развитии пшеницы, но и для борьбы с некоторыми грибными болезнями — со снежной плесенью и склеротунией.

Заболоченные земли для пшеницы непригодны вообще, в том числе даже поверхностно заболоченные почвы западин и микропонижений, встречающиеся нередко среди пашни; они требуют предварительного улучшения при помощи различных приемов в зависимости от степени и характера заболачивания.

По рельефу лучшим будет ровный, более или менее открытый участок. На выпуклых частях склонов и водоразделов с наветренной стороны в первую половину зимы часто накапливается мало снега и нередко бывают оголенные пятна (особенно в правобережье области). Это приводит к вымерзанию растений в более или менее суровые зимы. На вогнутых (террасовидных) частях склонов с подветренной стороны снега обычно накапливается очень много, и посевы изреживаются вследствие выпревания. То же самое происходит на закрытых со всех сторон или со стороны преобладающих зимних ветров участках.

Обработка почвы. Глубина основной, зяблевой, вспашки должна быть доведена не менее как до 20—22 см. Глубокий пахотный горизонт способствует увеличению водопроницаемости почвы, уменьшает возможность переувлажнения верхнего слоя и застоя воды на поверхности. В результате почти полностью исключается гибель посевов от вымокания, выпирания и ледяной корки. Глубокая зяблевая вспашка способствует очищению почвы от многих вредителей, грибных паразитов (скрыто-стебельные мухи, фузариозы, склеротиния) и от многих сорняков.

Предпосевная вспашка должна производиться не позднее как за две с половиной недели до посева. В засушливую погоду ее заме-

няют культивацией. Запоздание с предпосевной обработкой может привести к недружному появлению всходов и к выпиранию растений (выдвиганию узла кущения).

Удобрения. Роль удобрений в получении высоких устойчивых урожаев очень велика; большое значение они имеют и для повышения зимостойкости растений. На первом месте из них стоит навоз. Некоторые исследователи устанавливают непосредственную связь между количеством погибших растений пшеницы и количеством внесенного под нее навозного удобрения (38). При недостатке навоза его можно полностью или частично заменить компостом (торфо-навозным, навозно-фосфоритным, торфо-известковым и т. д.).

За последние годы (18) все шире начинают применяться органо-минеральные смеси (перегнойно-фосфорные и перегнойно-известковые). Немалое значение имеют и зеленые удобрения, но в Горьковской области они пока распространены мало.

Общеизвестна роль минеральных удобрений: фосфорно-калийные заметно усиливают осеннюю закалку растений. Однако избыток азотной пищи осенью при недостатке фосфора ослабляет закалку, понижает стойкость растений к неблагоприятным условиям перезимовки. Небольшие дозы минерального азота, внесенного перед посевом или в качестве осенней подкормки на бедных неудобренных почвах, весьма полезны.

Благоприятно сказывается на состоянии растений внесение удобрений, особенно азотных, поздней осенью или рано весной; оно способствует энергичному весеннему кущению. Это особенно важно при неблагоприятной перезимовке: в результате энергичного кущения стеблестой может достигнуть нормальной величины, чем ликвидируются последствия неблагополучной зимы.

Срок посева — это важнейшее условие для увеличения зимостойкости и повышения урожайности озимой пшеницы. В соответствии с практикой передовых хозяйств и данными опытных учреждений, озимую пшеницу необходимо начинать сеять на севере левобережья области 11—12 августа, на юге левобережья 13—14 августа, на севере правобережья 15—16 августа. Сеять следует не долее 5—6 дней. Очень ранние посевы могут значительно повреждаться вредителями (гессенской и шведской мухой и др.) и некоторыми болезнями (бурой ржавчиной). Кроме того, в теплую влажную погоду растения раннего срока сева сильно „изнеживаются“ вследствие энергичного роста и кущения и становятся менее зимостойкими. Если посеять поздно, то растения не успеют укорениться, кущение их будет недостаточным, что ведет к недобору урожая, особенно если весна окажется неблагоприятной.

Способы, нормы и глубина посева. Лучшими способами сева озимой пшеницы являются перекрестный и узкорядный, при которых растения размещаются более равномерно. Нельзя рекомендовать бороздовой способ, так как он усиливает выпревание, вымокание и развитие грибных болезней; он полезен только там, где снег сильно сдувается и озимые часто вымерзают. Нецелесообразно применение и гребневых посевов, которые способствуют вымерзанию и высыханию растений. При недостатке влаги гребневой способ вызывает недружное появление всходов и ослабляет кущение (13).

Опытами и практикой передовых хозяйств установлено, что лучшей нормой высева надо считать от четырех до пяти миллионов всхожих семян на гектар, или 150—180 кг зерна при стопроцентной годности его (7, 13, 22). Загущение вследствие повышенной нормы высева при достаточных запасах влаги и питательных веществ приводит к изнеживанию растений, к частичной этиоляции их, что ослабляет зимостойкость.

От глубины заделки семян в значительной мере зависит глубина залегания узла кущения, а последняя имеет большое значение для перезимовки и кущения растений. Узел кущения, расположенный близко к поверхности почвы, испытывает более резкие колебания температуры и влажности, легче повреждается механически (при бороновании, при образовании льда), сильнее поражается грибными болезнями. Зимой при оттепелях и особенно в переходный зимне-весенний период он часто то оттаивает, то вновь замерзает. При неблагоприятных условиях перезимовки прежде всего погибают именно те растения, у которых узел кущения расположен близко к поверхности (24, 35, 39).

Однако слишком глубокая заделка семян тоже вредна, так как при ней уменьшается полевая всхожесть вследствие гибели части проростков, не достигнувших поверхности почвы (или вышедших, но ослабленных) (17, 24).

Лучшая глубина заделки—4—6 см.

Растения, выросшие из крупных полновесных семян, лучше переносят неблагоприятные условия перезимовки. Поэтому тщательное сортирование семян должно быть обязательным мероприятием.

Осенний уход за посевами. Осенью, кроме подкормки, приходится иногда применять полку и подкашивание загущенных переросших посевов в целях предупреждения выпревания. В прежнее время прибегали к стравливанию скотом, что приносило больше вреда, чем пользы. Скашивать рекомендуется на высоту не менее 10 см и немедленно убирать зеленую массу (12, 16, 21, 32, 37). Но убрать ее полностью практически невозможно, так как части растений очень мелки; они остаются на месте и могут служить источником распространения болезней. Лучшими, более эффективными мерами в данном случае являются предупредительные: 1) своевременный сев — избегать очень ранних сроков, 2) применение полноценных удобрений — не допускать избыточного или одностороннего азотного питания, 3) оптимальная норма посева—вредно загущение.

Снегозадержание. Снежный покров является одним из главных факторов, от которого зависит результат перезимовки озимой пшеницы в условиях Горьковской области. Изменение толщины снежного покрова, продолжительности его залегания, плотности снега, скорости снеготаяния—все это важнейшие приемы зимней агротехники.

Снегозадержание является эффективным и вполне доступным приемом утепления зимующих под снегом культур — оно предупреждает их вымерзание. Меньшее значение оно имеет как источник накопления почвенной влаги; только в годы с очень засушливой осенью (1938—1939, 1951—1952) в Горьковской области весною наблюдается значительное увеличение влажности почвы.

При снегозадержании уменьшается промерзание почвы, в результате чего весною она быстро оттаивает, что способствует лучшему впитыванию талых вод. Если установится теплая погода после схода снега, то сразу же возобновляется вегетация растений и резко усиливается транспирация. Если при этом корни находятся еще в мерзлой почве, то наблюдается явление физиологической засухи. При очень медленном таянии глубоко промерзшая почва оттаивает очень медленно, причем поверхностный талый слой ее становится избыточно влажным. При таких условиях растения, ослабленные или поврежденные при перезимовке, легко загнивают, особенно у основания стебля; в почве в это время резко выражен анаэробиозис, что приводит к голоданию пшеницы.

Давно уже указывалось на отрицательное значение чрезмерно толстого снежного покрова для озимых. Однако снегозадержание и до настоящего времени считается обязательным мероприятием для

всего правобережья области (7, 25, 34). Ни в агроуказаниях, ни в трудах опытных учреждений области не было указаний о возможности перенакопления снега (2, 3, 4, 6, 9, 13) и о вредных последствиях его даже в правобережных районах.

Анализ условий и причин гибели озимой пшеницы за 30 лет с несомненностью показал, что в более многоснежные, с длительным снежным периодом и медленным снеготаянием зимы растения перезимовывают особенно неблагополучно. В практике работы опытных учреждений, госсортоучастков и передовых хозяйств области снегозадержание по существу, кроме одного случая, дало отрицательный результат.

Необходимость накопления снега в правобережье Горьковской области обычно доказывается только одногодичным опытом б. Симбилейской станции (7, 21, 25), который не может являться убедительным. Дело в том, что зима 1933-34 гг., когда был поставлен этот опыт, оказалась многоснежной: уже в период сильных декабрьских морозов слой снега был больше чем в 30 см. Положительный эффект мог быть только в том случае, что опыт был поставлен на участке, с которого снег сдувался. Урожай зерна пшеницы в этом опыте оказался очень низким — от 3,9 до 10,8 ц/га, ниже среднего урожая по Д.-Константиновскому району за этот же год — 12,8 ц/га (10). Между тем, в двухгодичных опытах с покрытием, проведенных той же Симбилейской станцией (1930 — 1933 гг.), наименьший урожай и наибольшую гибель пшеницы при перезимовке дали те варианты, где были кулисные пары (6),—то есть, где было много снега.

В опытах с утепляющим покрытием, проведенных в 1937—1939 гг. Горьковской областной станцией полеводства, положительный эффект наблюдался только от навоза, торфа и перегноя. Наиболее же теплое соломенное покрытие никакого эффекта не дало.

В опытах Красовской И. В. (15) совершенно отчетливо была выявлена связь между толщиною снежного покрова и количеством израсходованных растениями сахаров: в вариантах с большей толщиной снега наблюдался и больший расход сахаров.

Для правобережных госсортоучастков Горьковской области снегозадержание на посевах озимых считалось обязательным, а положительные результаты от него наблюдались очень редко. Например, зимой 1944-1945 г. на Лысковском сортоучастке оно не дало положительного эффекта, а на пониженных местах, где снега было особенно много, выпало до 70 % растений.

На Богородском сортоучастке зимой 1944-1945 г. снег задерживали дважды. В результате на низких местах погибло очень много растений.

В зиму 1946-47 года на Богородском сортоучастке заметного эффекта от снегозадержания не получилось, а на Лысковском сортоучастке в местах накопления снега наблюдались застои воды и вымочки. В 1947-48 и 1948-49 гг. задержание снега на Богородском сортоучастке также не дало положительного результата, а на Лысковском участке оно совсем не проводилось. В 1949-1950 г. на Богородском сортоучастке оно отрицательно сказалось на состоянии озимой пшеницы. В последующие два года положительного эффекта от него тоже не было.

В колхозе имени М. Горького, Богородского района, снегозадержание проводилось ежегодно на всей площади посева озимой пшеницы преимущественно путем разбрасывания веток; в первую очередь и более тщательно снег накапливали на тех участках, где он сдувался. Колхозники этого хозяйства на своем опыте убедились, что большое скопление снега на каком-либо участке поля может нанести значительный ущерб посевам (22).

По данным Горьковской областной комплексной опытной станции зимой 1948-49 года накопление снега, несмотря на малоснежье, оказало вредное влияние на большинство сортов озимой пшеницы.

Отрицательный эффект снегозадержания отмечен и в других областях, в условиях аналогичных или близких к условиям Горьковской области (5, 26, 29). Даже значительно южнее Горьковской области (Петровская опытная станция) это мероприятие нередко дает отрицательный результат (В. Р. Гуляёв — 36).

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод, что в условиях северной части правобережья Горьковской области нельзя ежегодно прибегать к усиленному снегонакоплению на посевах озимых, так как это часто вызывает гибель растений от выпревания.

При проведении снегозадержания прежде всего необходимо учитывать, наряду с метеорологическими, и местные условия. Там, где снег всегда накапливается при передувании, задерживать его нельзя. Толщина снежного покрова зависит не только от количества осадков, но и от рельефа местности (относительная высота, экспозиция и крутизна склонов), а также и от облесенности (33). В местах, где снег сдувается, снегозадержание необходимо — и не только в правобережных районах области, но и в некоторых левобережных (Краснобаковском, Воскресенском, Варнавинском, Городецком, Чкаловском).

Задержание снега надо проводить только в первую половину зимы, до середины января. В этот период часто бывает мало снега, нередко при значительных и продолжительных морозах. Во второй половине зимы, за редким исключением, снежный покров уже надежно укрывает растения при самых сильных морозах.

Чтобы избежать перенакопления снега, достаточно накопить сплошной ровный слой толщиною в 20 — 30 см, который вполне предохраняет растения от вымерзания.

Лучшим способом снегозадержания является насаждение полезащитных и лесных полос продуваемой (ажурной) конструкции, небольшой опыт применения которых уже имеется в правобережье области (23). В практике и в опытах хороший результат получен также от разбрасывания веток (2, 22, 25). В колхозе имени Горького, Богородского района, ветки разбрасывают по полю рядами (валиками) поперек направления преобладающих зимних ветров. Этот способ почти исключает перенакопление снега.

Хорошим способом снегозадержания является и расстановка невысоких продуваемых щитов.[1]

В годы, когда сразу образуется ровный сплошной значительной толщины снежный покров, накапливать снег на озимых посевах не нужно. В тех случаях когда почва остается талой или очень слабо промерзает, снег на озимых полезно уплотнить катком во избежание выпревания растений. При уплотнении увеличивается теплопроводность снега, понижается температура, и почва промерзает на большую глубину.

Если снежный покров толстый, то, чтобы избежать выпревания, в конце зимы необходило применить меры, ускоряющие снеготаяние. Наиболее простой и эффективной мерой является покрытие (опыление) поверхности снега сажей, торфом, золой, перегноем или другими подобными веществами. Большие плотные сугробы, образовавшиеся около препятствий или на подветренных склонах, предварительно полезно разрыхлить или разбросать; в колхозе имени Горького сугробы разбрасывают (22).

---

[1] На полях многолетних трав снегозадержание также должно проводиться с начала зимы, причем здесь не приходится опасаться перенакопления снега.

Ранневесенние мероприятия. Они применяются прежде всего для того, чтобы сгладить или полностью ликвидировать последствия неблагоприятной перезимовки. Из этих мероприятий особенное значение имеет ранняя подкормка озимых. Большая роль в этом принадлежит азотным удобрениям, которые надо вносить возможно раньше.

Большое значение имеет раннее весеннее боронование озимых, при котором удаляются погибшие и сильно поврежденные листья и стебли и налет плесени. В результате рыхления уменьшается испарение влаги и быстрее прогревается поверхностный слой почвы. Кроме того, небольшие механические повреждения, наносимые зубьями бороны здоровым узлам кущения, способствуют более энергичной регенерации новых органов (17).

Если растения вышли из-под снега ослабленными, а их надземная часть полностью или в значительной степени погибла, то весеннее боронование надо применять с большой осторожностью; глубина рыхления не должна превышать глубины залегания узла кущения.

Если в изреженных посевах имеются сорняки, то их нужно возможно раньше удалить (до боронования).

В случае сильного изреживания озимой пшеницы к ней подсевают яровые зерновые культуры. Для этой цели лучшей культурой является ячмень. В неблагополучном по перезимовке 1944 году в колхозе „Искра", Богородского района, урожай неподсеянной озимой пшеницы был равен всего 5,5 ц/га, а урожай смеси озимой пшеницы с ячменем — 20,8 ц/га.

Борьба с вредителями и болезнями. Как осенью, так и весной озимая пшеница повреждается многими вредителями и поражается болезнями: основными мерами борьбы с ними являются ранняя глубокая зяблевая вспашка и своевременный посев озимых, а также протравливание семян гранозаном и другими ядохимикатами (8,14,19, 20, 27, 30).

Борьба с вымоканием. В условиях Горьковской области часто наблюдается вымокание озимых,—правда, на небольших площадях. Меры борьбы с вымоканием, как правило, предупредительные. Из них прежде всего необходимо упомянуть об отводе излишней воды, особенно талой весенней.

Вымокание связано с микрорельефом местности — с „блюдцами", западинками, низинками, болотцами и т. д. При посеве озимых необходимо избегать подобных мест; однако это не всегда возможно, так как они мелкими пятнами расположены среди полей. Наиболее радикальной мерой в этом случае является ликвидация микропонижений посредством кольматажа и др. (11, 21, 31).

Иногда микропонижения среди поля не распахивают, они зарастают кустарником, и на них и около них накапливается много снега, застаиваются талые воды. В результате озимые выпревают и вымокают. Такие западины нередко служат рассадником многих вредителей и болезней. Следовательно, борьба с микропонижениями должна быть особенно энергичной и настойчивой.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Хрущев Н. С.*—О дальнейшем увеличении производства зерна в стране и об освоении целинных и залежных земель. 1954.

2. Агротехнические указания для колхозов Горьковской области на 1940 - 41 г.

3. Агротехнические указания по полевым, овощным культурам и луговодству. Г. 1944.

4. Агроуказания по полевым, овощным, техническим культурам и луговодству. Г. 1948.

5. *Бояков М. Д.* — О причинах гибели озимой пшеницы в Предуралье. „Советская агрономия", № 12, 1949.

6. Возделывание полевых культур. Итоги опытно-исследовательских работ в Горьковском крае. Г. 1934.

7. В помощь мастерам социалистического земледелия. Г. 1954.
8. *Горленко М. В.* — Болезни пшеницы. М. 1951.
9. *Дроздов и Харитонов.* — Агротехника озимой и яровой пшеницы в Горьковском крае. Г. 1935.
10. Ежемесячник Горьковского краевого управления ЕГМС за 1934 год.
11. *Живов В. И.* — Об одном важном мероприятии по улучшению использования земель в колхозах и совхозах. „Советская агрономия" № 2, 1951.
12. *Зосимов В. А.* Озимая пшеница. 1935.
13. Итоги научно-исследовательской работы Горьковской областной опытной станции полеводства за 10 лет. Г. 1948.
14. *Кожевников Л. М.* — О причинах гибели озимых. ДАН СССР, т. 1, 1947.
15. *Красовская И. В.* — Физиологические основы зимостойкости озимой пшеницы в условиях Горьковской области. Доклады Всесоюзного совещания по физиологии растений, в. 1. М. — Л., 1946.
16. *Кружилин Т. А.* — Озимая пшеница в Чувашии. Чебоксары. 1949.
17. *Куперман Ф. М.* — Биологические основы культуры пшеницы, ч. 1. М. 1950.
18. *Лысенко Т. Д.* — О почвенном питании растений и повышении урожайности с.-х. культур. 1954.
19. *Маклакова Г. Ф.* — Оценка агротехнических приемов, как мероприятий против ржавчины пшеницы. „Защита растений" № 18, 1939.
20. *Мамонов Б. А.* — Вредители зерновых злаковых на полях. Вопросы агротехники пшеницы в нечерноземной полосе. М. 1936.
21. *Мосолов В. П.* — Сочинения, т. II. Зимняя агротехника. М. 1953.
22. *Мухин А. Ф.* — Сорок семь центнеров озимой пшеницы с гектара. Г. 1951.
23. *Нарциссов В. П.* — Травопольная система земледелия и ее освоение. Г. 1953.
24. *Носатовский А. И.* — Пшеница. М. 1950.
25. *Объедков И. Ф.* — Снегозадержание на полях. Г. 1949.
26. *Праксин С. С.* — Озимая пшеница в Московской области. М. 1946.
27. *Райлло А. И.* — Грибы рода Фузариум. М. 1950.
28. *Рихтер Г. Д.* — Роль снежного покрова в физико-географическом процессе. Труды института географии. Х. 1948.
29. *Рогавская Е А.* — Культура озимой пшеницы в Кировской области. Киров. 1948.
30. *Рыжков Н. Г.* — Комбинированное опудривание семян зерновых культур гранозаном и гексахлораном. „Земледелие" № 2, 1953.
31. *Салтыковский М. И.* — Система мер борьбы с гибелью и повреждениями озимых за время зимовки. „Селекция и семеноводство" № 8 – 9, 1940.
32. *Секун П. Ф.* — Озимая пшеница в нечерноземной полосе. М. 1954.
33. Сельскохозяйственная гидрометеорология. Л. — М. 1938.
34. *Сергеев П. П.* — За высокий урожай озимых культур. Г. 1952.
35. *Топорков С. Г.* — К биологии озимой пшеницы. „Сельское хозяйство и лесоводство" № 1, 2, 3. 1899 г.
36. Труды ВАСХНИЛ, в 8. Культура пшеницы. 1936.
37. *Туманов И. И.* Физиологические основы зимостойкости культурных растений. Л. 1940.
38. *Якушкин* и *Гуревич.* Зерновые культуры в Московской области, М. 1946.
39. *Якушкин И. В.* — Растениеводство. М. 1947.

М. В. Сахарнова,
ассистент кафедры физиологии растений

МИКРОФЛОРА КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ КЛЕВЕРА И ТИМОФЕЕВКИ И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ АГРОТЕХНИКИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

В директивах по шестому пятилетнему плану развития СССР на 1956—1960 гг. XX съезд партии указал, что „одной из главных задач шестой пятилетки является крутой подъем сельскохозяйственного производства".

Посевы многолетних трав улучшают кормовую базу животноводства и обеспечивают повышение плодородия почв.

В настоящее время вопрос о большом значении микроорганизмов для развития растений не вызывает сомнения. С одной стороны, микроорганизмы подготовляют пищу для растений за счет разложения органических и расщепления минеральных соединений почвы. С другой стороны, они синтезируют ряд веществ, ускоряющих рост и развитие растений. Огромную роль в жизни растения играют микроорганизмы его корневой системы. По данным большинства исследователей, на корнях растений каждого вида развивается присущий ему специфический комплекс корневых микроорганизмов. Изучение состава этого комплекса и выяснение его роли в питании растений, несомненно, поможет разработать приемы регулирования корневой микрофлоры в целях повышения урожайности.

Несмотря на то, что клевер и тимофеевка являются важными сельскохозяйственными культурами, микрофлора их корневой системы изучена слабо.

Некоторые наблюдения над количественным и качественным составом ризосферных бактерий клевера приведены в работах Красильникова Н. А., Жуковской П. А. и Теппер Е. З., Березовой Е. Ф. и Ремпе Е. Х., Федорова М. В. и Непомилуева В. Ф. Полученные ими данные показывают, что резосферная и корневая микрофлора клевера в основном представлена неспороносными бактериями.

Мы поставили перед собой задачу изучить микроорганизмы корневой системы клевера и тимофеевки, а также выяснить влияние на них некоторых агротехнических приемов. Это поможет разработать способы регулирования деятельности корневых микроорганизмов в целях повышения урожайности многолетних трав.

При исследовании мы пользовались растениями с полей Горьковской областной комплексной станции полеводства в опытах заведу-

ющего кафедрой общего земледелия доцента Горьковского сельскохозяйственного института В. П. Нарциссова.

Для исследования была взята травосмесь клевера и тимофеевки.

В поле были выкопаны монолиты площадью 20 см×23 см, глубиной 10—15 см, завернуты в бумагу, перевязаны шпагатом и привезены в лабораторию, где проведены микробиологические анализы. Микрофлора корневой системы растений учитывалась на двух средах:

1) МПА—в основном для учета общего количества пигментных форм,

2) среда № 3 следующего состава:

KH_2PO_4—1 г	тирозин—0,1 г
K_2HPO_4—1 г	сахароза—1,0 г
$MgSO_4$—0,2 г	вода —1,0 л
	агар-агар—20,0 г

Третья среда использовалась для учета клубеньковых бактерий и бактерий, близких к ним.

Высев бактерий проводился из двух разведений в две повторности, на твердые подсушенные питательные среды, поверхностно, по 0,05 мл суспензии на одну чашку Петри. Полученные данные пересчитывались на 1 г сырых корней.

Ризосферную микрофлору клевера и тимофеевки мы изучали у растений различных лет жизни, а также в разные фазы вегетации.

Так как микрофлора клевера и тимофеевки различается как по количеству, так и по видовому составу, то удобнее рассматривать ее отдельно.

МИКРОФЛОРА КЛЕВЕРА

Микрофлора корневой системы клевера не остается постоянной в течение жизни. Она изменяется как по годам жизни, так и по фазам вегетации растений. В корнях молодого двух-трехнедельного клевера бактерий немного. Их число не превышает 14,9 млн. на 1 г сырых корней. По мере роста и развития клевера количество бактерий непрерывно увеличивается и достигает к концу вегетационного периода 98,4 млн. на 1 г сырых корней. Однако в момент ухода растений под зиму оно резко снижается, что связано, по-видимому, с действием неблагоприятных погодных условий.

На второй год жизни клевера количество бактерий продолжает возрастать. Уже в первой весенней пробе на корнях было обнаружено гораздо больше бактерий, чем осенью у растений первого года жизни, перед уходом под зиму. Это указывает на быстрое накопление бактерий в корнях клевера второго года жизни ранней весной. Дальше, в течение вегетационного периода, как и у растений первого года жизни, наблюдается увеличение количества бактерий. Однако это нарастание незначительно и идет не по равномерно восходящей кривой. Так, в период бутонизации — цветения растений наблюдается снижение количества бактерий. В период отрастания клевера после укоса оно снова возрастает, а поздней осенью, как и в первый год жизни, уменьшается, вероятно, из-за неблагоприятной погоды.

С переходом растений к третьему году жизни отмечается увеличение микрофлоры только в периоды отрастания (весеннего и после укоса).

Если сравнить микрофлору клевера второго и третьего годов жизни примерно в одни и те же календарные сроки, то видно, что на третий год жизни микроорганизмов развивается меньше. Так же как и у растений второго года жизни, наблюдается уменьшение ко-

личества бактерий в период бутонизации—цветения, причем оно выражено гораздо резче, чем у клевера второго года жизни. Осенью количество микроорганизмов уменьшается. По сравнению с растениями второго года жизни, это снижение наступает гораздо раньше. Так, если у клевера второго года жизни 10/IX было наибольшее количество бактерий, то у растений третьего года жизни 9/IX уже наблюдается значительное его снижение.

По всей вероятности, старение растений приводит и к более быстрому уменьшению количества микроорганизмов на их корнях (см. рис. 1).

Несоответствие между количеством бактерий на корнях растений, уходящих под зиму, и числом микроорганизмов, находящихся на корнях весной (особенно при переходе растений от первого года жизни ко второму), наводит на мысль, что развитие микрофлоры происходит или зимой, или в самый ранний весенний период. Поэтому нами были проведены наблюдения за поведением бактерий зимой.

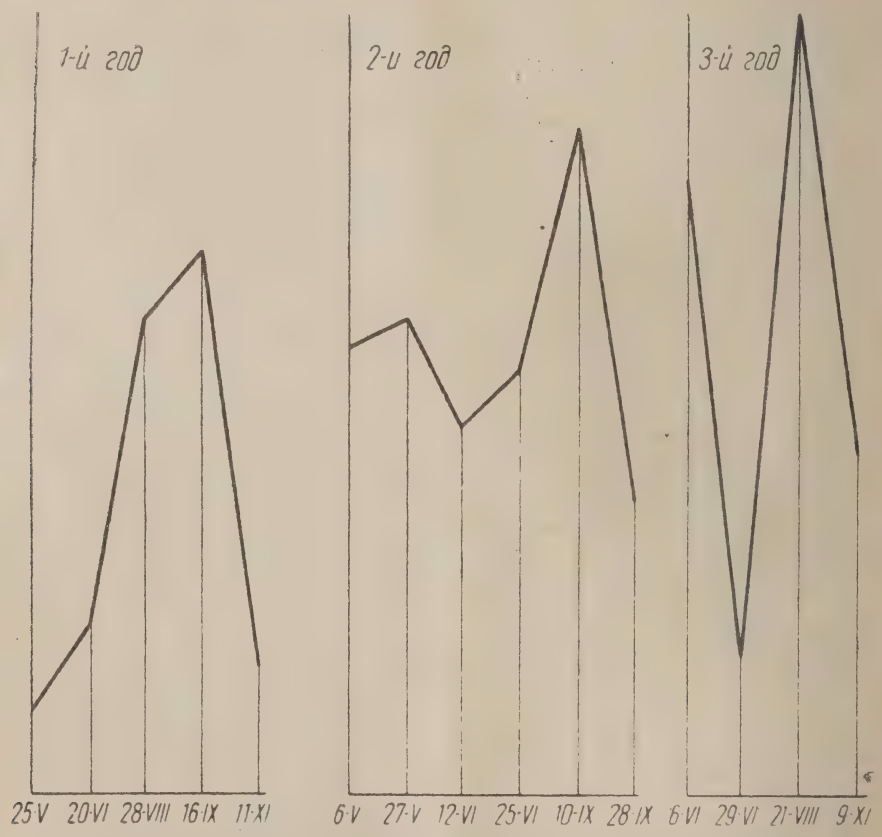


Рис. 1. Изменение количества бактерий в корнях клевера различных лет жизни (количество бактерий в млн. на 1 г сырых корней).

Так как в поле зимой брать образцы очень трудно, мы выкопали монолиты клевера и прикопали их в ящиках во дворе. Монолиты были очень большие: мы старались не нарушить корневую систему. Выкопали их поздно осенью, когда почва уже промерзла. Поэтому какие-либо изменения, связанные с нарушением корневой системы, нами исключаются.

Анализы корневой системы проводились в январе и марте. Полученные данные показали, что в течение зимы произошло дальней-

шее уменьшение количества бактерий. Так, если осенью на 1 г корней приходилось 52,1 млн. бактерий, то в январе только 12,2 млн., а в марте всего 25 тысяч. Отсюда можно сделать вывод, что сильное развитие корневой микрофлоры клевера происходит ранней весной. Несмотря на снижение количества бактерий в течение зимы, в начале мая оно превосходит таковое в осенний период.

Не остается постоянным и видовой состав микроорганизмов. Основными формами на корнях клевера являются клубеньковые бактерии. Поэтому динамика их развития в основном соответствует динамике развития общего количества микроорганизмов.

Весной, при прорастании клевера первого года жизни клубеньковые бактерии присутствуют на корнях,—правда, в очень незначительном количестве. В дальнейшем их число неуклонно увеличивается, особенно во вторую половину вегетации.

На второй год жизни растений количество клубеньковых бактерий резко возрастает. В течение вегетации оно постепенно увеличивается, но в период цветения заметно снижается.

На третий год жизни клевера клубеньковых бактерий меньше, но, так же как на корнях растений второго года жизни, снижение их количества наблюдается в период цветения растений.

Уменьшение количества бактерий в период бутонизации—цветения наблюдалось нами во многих случаях, причем, чем мощнее было развито растение, тем резче было это уменьшение. Представляло интерес выяснить причину этого явления. Из литературных данных известно, что растения обладают способностью выделять токсические вещества по отношению к микроорганизмам. Мы предположили, что в данном случае также имеет место накопление растением бактерицидных веществ.

Для проверки этого предположения нами и были проведены исследования по изучению бактерицидности корневого сока в различные периоды роста растений.

Так как количество бактерий сильнее снижается у более мощных растений, то исследование корневого сока мы провели у хорошо и слабо развитого клевера.

Нами применялась методика работы, использованная в исследованиях Ремпе.

Корни растений тщательно отмывали от почвы, промывали стерильной водой, измельчали и растирали в ступке. Полученный сок отжимали через марлю и центрифугировали в течение одного часа при 1000 оборотах в минуту. Затем сок сливали в стерильную пробирку и нагревали в водяной бане в течение 10 минут при температуре 50—65° С (термометр опускали в пробирку с таким же количеством воды, как и в пробирке с соком).

Для размножения клубеньковых бактерий использовалась среда Alison'a следующего состава:

$MgSO_4$—0,2 г	K_2HPO_4—0,2 г	сахароза—10,0 г
NaCl —0,2 г	$FeCl_3$ —0,005 г	вода—1000 мл
$CaSO_4$—0,1 г	$CaCl_2$ —1,0 г	агар-агар —20,0 г

В каждую чашку наливалось по 20 мл среды и по 5 мл пастеризованного сока. В контрольные чашки добавляли по 5 мл стерильной воды.

Исследования проводили в течение двух лет.

Результаты работы первого года представлены в таблице 1, где, наряду с количеством выросших колоний, приведен процент бактерицидности.

Процент бактерицидности сока определялся по формуле $x = \frac{a-b}{a}$, где a—количество бактерий в контроле, b—количество бактерий в исследуемом варианте,

Таблица 1

Действие корневого сока хорошо и слабо развитого клевера на клубеньковые бактерии

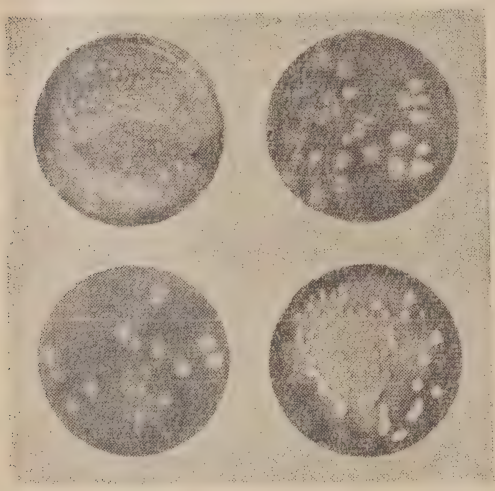
Варианты опыта	Отрастание клевера		Бутонизация клевера		Цветение клевера	
	к-во колоний	процент бактериц.	к-во колоний	процент бактериц.	к-во колоний	процент бактериц.
Контроль (без сока) . .	423	—	911	—	186	—
Среда с добавлением корневого сока хорошо развитого клевера	202	52,2	593	45,9	22	87,1
Среда с добавлением корневого сока плохо развитого клевера	304	28,3	787	13,7	160	13,9

Из полученных данных видно, что бактерицидность клеточного сока проявляется по отношению к клубеньковым бактериям на протяжении всего периода исследования, включая время цветения.

Образование бактерицидных веществ у хорошо развитого клевера идет сильнее, чем у плохо развитого. Особенно резко действие бактерицидных веществ у хорошо развитых растений проявляется в момент цветения, когда бактерицидность, выраженная в процентах, достигает 87,1.

У слабо развитого клевера бактерицидность корневого сока сильнее проявляется в период отрастания.

У мощных растений в первую половину вегетации в корнях размножается больше бактерий, чем у слабых.



Различные формы колоний клубеньковых бактерий клевера: 1-й ряд—колонии 1-го и 2-го типов, 2-й ряд—колонии 3-го и 4-го типов.

По-видимому, образование бактерицидных веществ является ответной реакцией растительного организма на сильное развитие бактерий. Вот почему в период цветения особенно резко уменьшается количество бактерий у хорошо развитого растения.

В течение различных лет жизни клевера изменяется не только количество клубеньковых бактерий, но и характер колоний.

За колонии клубеньковых бактерий мы принимали следующие:

1) слизистые жидкой консистенции, часто растекающиеся полупрозрачные колонии различных размеров;

2) более мутные колонии, по форме аналогичные предыдущим;

3) слизистые с более плотным белым центром средние и крупные колонии;

4) сильно мутные, почти белые средние и крупные колонии более плотной консистенции (см. рис. 2).

Такое разнообразие форм колоний клубеньковых бактерий объясняется, по всей вероятности, тем, что высевались они на твердые питательные среды не только из клубеньков, как это делается обыч-

но, но и из корней. Кроме того, обычно при выделении бактерий из клубеньков отбираются только типичные формы колоний клубеньковых бактерий (слизистые, средней мутности, нерастекающиеся). Мы же выделяли в чистую культуру бактерии из всех колоний, похожих на колонии клубеньковых бактерий.

При проведении через агаровые культуры клевера оказалось, что все эти формы образуют клубеньки на корнях, то есть действительно являются колониями клубеньковых бактерий.

Исследования показали, что эти, различные по внешнему виду, колонии встречаются в течение вегетационного периода растений не в одинаковом количестве. Так, в первый период развития молодого клевера первого года жизни развиваются колонии средней величины, более прозрачные, чем обычно (относятся к первому типу). По мере развития клевера они становятся более мутными (относятся ко второму типу).

На второй год жизни растения, в начале вегетации, клубеньковые бактерии дают более мелкие и более прозрачные колонии, чем обычно (относятся к первому типу). Затем колонии начинают мутнеть, приобретают свой обычный вид, а к концу вегетационного периода клевера становятся очень мутными, слизистыми, почти белыми (относятся к четвертому типу).

Зимой между вторым и третьим годами жизни растения (в январе) клубеньковые бактерии дают крупные слизистые колонии с хорошо выраженным белым центром (относятся к третьему типу). Если же колонии были чуть-чуть меньше по величине, то белый центр у них не наблюдался (относятся ко второму типу).

В конце марта оказалось, что колонии стали мелкими слизистыми полупрозрачными (первый тип).

Весной на корнях клевера третьего года жизни колонии клубеньковых бактерий были средней мутности с прозрачными краями (напоминали колонии третьего типа). Затем они сменились равномерномутными, которые к осени стали более плотными, почти белыми.

Из сказанного видно, что более прозрачные формы колоний бывают или в молодые годы жизни клевера, или в более ранние стадии развития растений в течение вегетационного периода.

С возрастом растений мутность колоний увеличивается.

Для бактерий из всех указанных типов колоний была проверена вирулентность в агаровых культурах методом Ковровцевой, а в дальнейшем—активность в полевом мелкоделяночном опыте на территории ботанического сада Горьковского государственного университета.

Схема опыта следующая:

1) контроль (без бактеризации),
2) бактеризация семян культурой № 3—второй тип,
3) то же культурой № 4—первый тип,
4) „ „ № 28— „ „
5) „ „ № 30— „ „
6) „ „ № 41—второй „
7) „ „ № 42—первый „
8) „ „ № 43—третий „
9) „ „ № 46—второй „
10) „ „ № 49— „ „
11) „ „ № 51—четвертый тип
12) „ „ № 53— „ „
13) „ „ № 55— „

Исследования велись в течение двух лет. В таблице 2 приведены средние данные за два года (см. стр. 33).

Приведенная таблица показывает, что клубеньковые бактерии, имеющие различные формы колоний, обладают разной активностью.

Таблица 2

Влияние бактеризации различными штаммами клубеньковых бактерий на развитие клевера (вес сухой массы на 1 кв. метр)

Номера использованных культур	В г сухой зеленой массы на 1 кв метр	В % к контролю
Контроль	608,1	100,0
51	916,6	150,6
4	849,4	139,6
49	914,8	150,4
53	905,4	148,8
3	889,0	146,1
46	863,0	141,9
55	801,9	131,8
41	884,6	145,4
43	744,9	122,5
30	629,6	103,5
42	556,9	91,5
28	512,0	84,1

Наиболее активными оказались бактерии, дающие колонии средней мутности или же мутные. Обычно такие колонии выделялись из растений в середине и конце вегетационного периода. Полупрозрачные и прозрачные колонии были менее активными. Особенно активными формами оказались те, которые выделены из корней в начале цветения растения. Сюда относятся культуры 49, 53, 3,4 (выделены из клевера второго и первого годов жизни).

Культуры, выделенные из растений третьего года жизни, хотя и имели мутные колонии, но обладали несколько меньшей активностью (культуры 55, 46).

Интересно отметить, что с возрастом растений меняется не только форма колоний клубеньковых бактерий, но и микроскопия клубеньков. Мы микроскопировали клубеньки по фазам вегетации и годам жизни клевера. В каждый период исследовали клубеньки преобладающей формы.

У клевера первого года жизни в первую половину вегетационного периода клубеньки содержали в основном бактероиды. Во вторую половину вегетации, наоборот, они содержали палочки различной величины и почти не имели бактероидов.

На второй год жизни растения, уже весной, в клубеньках было много хорошо окрашенных бактероидов. Но вместе с ними встречались и мелкие палочки. По мере отрастания клевера бактероидные формы становились зернистыми. Кроме мелких равномерно окрашенных палочек появились крупные опоясанные палочки. Во время бутонизации количество их несколько увеличилось. С переходом растений к цветению повысилась зернистость бактероидов. В период второго цветения растений, после укоса, в клубеньках значительно уменьшилось количество бактероидов, но появилось много мелких палочек, близких к коккам. Осенью, в фазу отрастания растений после второго укоса, наряду с зернисто окрашенными бактероидами появились распадающиеся формы (бледно окрашенные и в два-три раза превосходившие по размерам обычные бактероиды), а также мелкие палочки. В момент ухода растений под зиму в клубеньках содержались в большом количестве бактероиды (сильно вакуолизированные и плохо воспринимающие окраску), а также опоясанные и неопоясанные палочки.

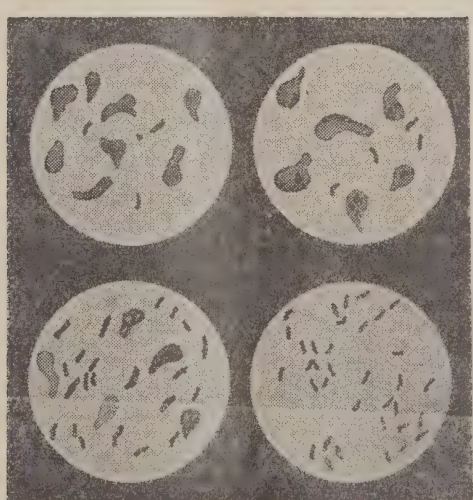


Рис. 3. Микроскопия клубеньков в корнях клевера.

У клевера третьего года жизни появление бактероидов, плохо воспринимающих окраску, начинается с момента цветения, что указывает на более быстрое старение растений (см. рис. 3).

Исследования, проведенные Лазаревой Н. М., Березовой Е. Ф. и Ремпе Е. Х., показывают, что активность клубеньковых бактерий, выделенных из клубеньков третьего года жизни, небольшая. Все это вместе взятое дает основание предполагать, что клевер третьего года жизни не имеет большого значения в качестве азотособирателя.

Кроме клубеньковых, на корнях клевера развиваются и другие виды бактерий. Так, для клевера первого года жизни характерными являются: желтопигментные формы типа Ps. herbicola, беловато-серые слизистые колонии (штамм 67), оливковые плоские колонии с концентрическими кругами на поверхности (штамм 1). Ps. radiobacter.

Каждый из этих видов имеет свой максимум развития в корнях в течение вегетационного периода. Так, Ps. radiobacter, штамм 1 и 67, преобладают в весенний период; к осени их количество постепенно снижается. Ps. herbicola своего максимума достигают к 20 июня, а в сентябре совершенно исчезают. Зато появляются мелкие блестящие колонии, которых раньше совсем не было.

С переходом растений ко второму году жизни видовое разнообразие бактерий увеличивается. В течение всего вегетационного периода сохраняются на корнях Ps. herbicola, причем заметного преобладания их в какой-либо момент вегетации не отмечается. Бактерии, близкие к штамму 67, преобладают в период начального отрастания и цветения. Ps. radiobacter встречается только в момент цветения. Колонии штамма 1 исчезают, а на их месте появляются другие виды. Наиболее характерными среди них являются бактерии, относящиеся к Ps. putrefaciens. Их количество непрерывно увеличивается; только в сентябре наблюдается его снижение. В поздние сроки отрастания клевера и в период бутонизации развиваются Ps. liquefaciens. Ко второй половине вегетации, начиная с момента цветения, приурочены Ps. solitarum; только осенью встречаются на корнях актиномицеты.

С переходом растения к третьему году жизни вновь наблюдается обеднение качественного состава корневой микрофлоры. Здесь развиваются те же виды, что и у растений первого года жизни. Но их количество, по сравнению с количеством клубеньковых бактерий, невелико.

При сравнении микрофлоры клевера различных лет жизни можно видеть, что одни виды бактерий развиваются на протяжении всех трех лет (Ps. herbicola, штамм 67, Ps. radiobacter), другие — у более молодых и более старых растений (штамм 1), третьи встречаются только на корнях клевера второго года жизни (Ps. liquefaciens, Ps. solitarum, Ps. putrefaciens).

Таким образом, микрофлора корневой системы клевера различных лет жизни отличается как по количеству, так и по качественному составу.

МИКРОФЛОРА ТИМОФЕЕВКИ

При рассмотрении микрофлоры корневой системы тимофеевки следует отметить ее отличие от корневой микрофлоры клевера. Отличие это проявляется прежде всего в количестве бактерий. На корнях тимофеевки их развивается гораздо меньше, чем на корнях клевера. Так, если на корнях клевера количество бактерий достигает сотен миллионов, то на корнях тимофеевки оно не превышает трех-четырех десятков миллионов.

Отличается у этих растений и динамика развития микроорганизмов в различные годы жизни.

В первый год жизни у тимофеевки наблюдается постепенное уменьшение количества бактерий от весны к осени. На второй год наблюдается та же картина в течение вегетации, но осенью количество бактерий возрастает. На третий год жизни тимофеевки бактерий больше, чем во второй год в течение вегетационного периода. При этом осенью снова отмечается увеличение их количества (см. рис. 4).

Оказалось, что клевер и тимофеевка отличаются и составом бактериального комплекса. У клевера различных лет жизни более типичные формы бактерий и в большем количестве развивались на третьей среде. У тимофеевки в разные годы микрофлора корневой

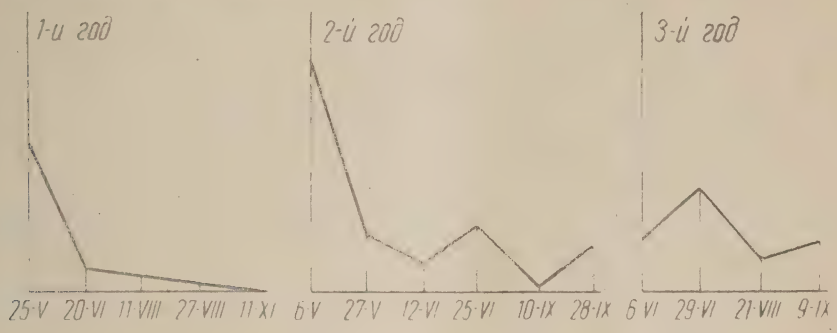


Рис. 4. Изменение количества бактерий в корнях тимофеевки различных лет жизни (количество бактерий в млн. на 1 г сырых корней).

системы в большем количестве развивается то на третьей среде, то на мясопептонном агаре. Здесь мы наблюдали как бы попеременное преобладание бактерий на указанных средах. Так, у тимофеевки первого года жизни явно преобладают бактерии на мясопептонной среде, особенно в середине лета. С переходом ко второму году вегетации, в различные периоды жизни растения, наблюдается попеременное преобладание бактерий—то на мясопептонном агаре, то на третьей среде. На третий год жизни, во все периоды развития тимофеевки число бактерий на третьей среде превосходит таковое на мясопептонном агаре.

Итак, постепенно, по мере развития растения, его микрофлора приспосабливается к росту на сахаротирозиновой среде. Может быть, это объясняется длительным совместным произрастанием тимофеевки с клевером, при котором компоненты травосмеси оказывают влияние друг на друга. В данном случае проявляется действие клевера на тимофеевку, так как на ее корнях начинают преобладать бактерии, растущие на третьей среде. А известно, что бактерии, характерные для клевера, хорошо растут на третьей среде.

При сравнении видового состава микрофлоры корневой системы видно, что тимофеевка отличается большим разнообразием. Так, у тимофеевки первого года жизни на корнях встречаются: Ps. radiobacter, Ps. herbicola, Ps. rubra, Micrococcus radiatus, Micrococcus aquatilis, грибы, штамм 5 и, что особенно интересно, клубеньковые бактерии. Так как тимофеевка выращивалась совместно с клевером и корни их тесно переплетались, то появление клубеньковых бактерий можно объяснить влиянием клевера. Возможность их механического заноса при анализах нами исключается, так как корни очень тщательно и многократно были отмыты в воде, потом пинцетом, в воде же, каждый корешок отделен от другого.

На второй год встречаются следующие виды: Ps. radiobacter, Ps. liquefaciens, Ps. minuscula, Bact. album, Ps. sinuosa, Ps. herbicola, Ps. solitarum и др.

На третий год видовое разнообразие несколько снижается. Здесь мы отмечаем присутствие: Ps. radiobacter, клубеньковых, Ps. herbicola, штамма 5, близких к Bact. radiobacter IV (по Черник Т. П.).

Распределение видов в течение вегетации неодинаково. У тимофеевки первого года жизни Ps. herbicola, штамм 5 преобладают в первой половине вегетации. Ps. radiobacter и клубеньковые появляются в конце июня; за исключением первого срока анализа, они как бы последовательно сменяют друг друга. Грибы, Micrococcus radiatus, Micrococcus aquatilis, наоборот, развиваются во второй половине вегетации.

На второй год жизни тимофеевки Ps. radiobacter, Ps. herbicola, Ps. liqusefaciens присутствуют в течение всей вегетации. Каждый вид из этих бактерий имеет свой максимум развития. В определенные сроки вегетации растений развиваются и остальные виды бактерий.

У тимофеевки третьего года жизни Ps. radiobacter встречаются на протяжении всей вегетации, а клубеньковые и штамм 5—в первой половине вегетационного периода.

При сравнении всех трех лет жизни растений следует отметить что первый год характеризуется малоустойчивым составом корневой микрофлоры. Большинство бактерий, а также плесневые грибы, встречаются в какой-либо один период вегетации, а затем исчезают. Это указывает на то, что отбор специфичной микрофлоры здесь еще не окончен.

Второй год жизни характеризуется более устойчивой корневой микрофлорой. Здесь большее количество видов присутствует в течение всей вегетации или же в основной ее период.

На третий год жизни снова появляются некоторые виды, присутствующие на корнях тимофеевки первого года жизни. Однако отдельные виды, например, близкие к Bact. radiobacter IV, встречаются только на корнях тимофеевки третьего года жизни и отсутствуют в первый год.

При сравнении видового состава микрофлоры корневой системы клевера и тимофеевки можно отметить, что есть такие виды бактерий, которые характерны или только для клевера (Ps. putrefaciens), или только для тимофеевки (Ps. minuscula, Bact. album, Ps. rubra, Ps. radiatus). Тимофеевка отличается большим разнообразием видового состава. Однако можно отметить и общие виды бактерий, встречающиеся на корнях обоих растений: а) Ps. radiobacter, Ps. herbicola, живущие на корнях в течение всех трех лет; б) Ps. liquefaciens и Ps. solitarum (развиваются на второй год жизни); в) штамм 1 и 5, встречающиеся на корнях растений первых и третьих лет жизни. Но физиологические признаки этих бактерий отличаются.

Таким оброзом, микрофлора корневой системы тимофеевки и клевера различна. Она отличается как динамикой развития, так и качественным составом.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПОСЕВА НА МИКРОФЛОРУ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ КЛЕВЕРА И ТИМОФЕЕВКИ

Беспокровный посев многолетних трав является невыгодным в экономическом отношении. Однако установлено, что покровные культуры, особенно при высоком урожае, очень часто угнетают травы, вызывают их изреживание. В поисках выхода из создавшегося положения были предложены летние пожнивные посевы многолетних трав.

Возникает вопрос, успеет ли летний посев догнать весенний подпокровный по развитию не только растения, но и микрофлоры кор-

невой системы? Последнее имеет большое значение, так как в литературе имеются указания на то, что хорошее развитие клубеньковых бактерий в корнях клевера способствует его перезимовке.

С целью выяснения этого вопроса мы провели исследования микрофлоры в опытах Горьковской областной комплексной станции полеводства. Исследовались следующие способы посева: 1) весенний (28/IV 1950 года) под покров озимой ржи; 2) летний беспокровный (10 августа 1950 года).

Анализы корневой системы проводились в первый и второй годы использования трав.

В первый год пользования клевера оказалось, что летний посев не успел догнать весенний подпокровный по количеству микрофлоры на корнях.

Иначе ведет себя тимофеевка. У этого растения при летнем посеве за оставшееся время вегетации вполне успевает развиться микрофлора корневой системы.

Весенний подпокровный посев отличается от летнего и по видовому составу. Так, в весеннем посеве у клевера больше содержится клубеньковых бактерий, а в летнем—Ps. herbicola. У тимофеевки, наоборот, при летнем посеве на корнях присутствуют более длительное время клубеньковые бактерии, больше здесь и Ps. radiobacter.

Преимущество развития общего количества микроорганизмов корневой системы клевера и клубеньковых бактерий в варианте весеннего посева под покров озимой ржи оказывает влияние и на урожай травосмеси. Весенний подпокровный посев дал урожай 48,7 ц/га, а летний только 38,8 ц/га.

Во второй год пользования анализы проводились только до момента цветения. Полученные данные показали, что на второй год картина несколько изменилась. Произошло значительное выравнивание количества бактерий в корнях при различных сроках посева клевера. У тимофеевки, наоборот, начало превалировать количество бактерий в летнем посеве.

Отличается у клевера различных сроков сева микроскопическая картина клубеньков. В первый год пользования в подпокровном весеннем посеве в течение всей вегетации растений встречается большое количество бактероидов, которые в конце августа приобретают зернистость. В зиму растения уходят с большим количеством бактероидов.

В летнем посеве, уже с весны, бактероиды обладают зернистостью. В период бутонизации бактероидов заменяют мелкие палочки. Во второй половине вегетации бактероидов почти нет, но очень много мелких палочек.

Меняется микроскопическая картина во второй год пользования. В клубеньках клевера подпокровного посева бактероиды приобретают зернистость в более ранние сроки — в период отрастания. С момента бутонизации растений в клубеньках появляется много мелких палочек, а бактероиды почти совершенно исчезают. В летнем посеве в клубеньках присутствуют зернистые бактероиды, которые только в период цветения заменяются мелкими палочками.

Урожай сена при летнем посеве получен в 39,8 ц/га, а при весеннем — 35,6 ц/га.

По всей вероятности, лучшая фиксация азота клубеньковыми бактериями идет в стадии бактероидов. Поэтому тот срок посева, при котором бактерии более длительное время находятся в виде палочек, дает меньший урожай (в первый год при летнем посеве, во второй — при весеннем подпокровном).

Урожай растений за два года пользования в подпокровном весеннем посеве 84,3 ц/га, а в летнем — 70,6 ц/га.

Микробиологические анализы показали, что при летнем посеве в корнях клевера за осенний период не успевает сложиться нужная микрофлора. В дальнейшем она выравнивается и даже обгоняет микрофлору корней растений, выращенных при подпокровном посеве. Однако повышение урожая на второй год пользования не может покрыть резкого снижения урожая трав в первый год пользования.

Таким образом, целесообразным является весенний подпокровный посев, при котором идет лучшее развитие большинства микроорганизмов корневой системы.

К сожалению, не удалось провести раздельного учета урожая клевера и тимофеевки. Микрофлора тимофеевки развивается быстрее и уже на первый год пользования почти выравнивается с микрофлорой растений подпокровного посева. Безусловно, это должно было отразиться и на урожае.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ УДОБРЕНИЙ НА МИКРОФЛОРУ КЛЕВЕРА И ТИМОФЕЕВКИ

Для получения высоких урожаев многолетних трав необходима хорошая заправка почвы удобрениями.

Для выяснения влияния удобрений на микрофлору корневой системы многолетних трав нами была использована клеверо-тимофеечная травосмесь третьего года жизни. Растения выращивались на делянках с внесением минеральных (РК) и органических (навоз) удобрений по известкованному и неизвесткованному фону. Удобрения вносились в пару, под перепашку: навоз в количестве 20 тонн на гектар, известь, в виде известкового туфа,— четыре тонны на гектар, а фосфор и калий — по девяносто килограммов действующего вещества на гектар.

Исследования показали, что по неизвесткованному фону лучшее действие на развитие микроорганизмов корневой системы оказывают минеральные удобрения, а по известкованному — органические.

У тимофеевки большее количество бактерий развивается при внесении минеральных удобрений как по неизвесткованному, так и, особенно, по известкованному фону.

Разница в количестве бактерий на корнях растений, выращенных по минеральным и органическим удобрениям, больше сказывается в первую половину вегетации.

Большое влияние на развитие микрофлоры корневой системы оказывает известкование. Прибавка урожая травосмеси клевера и тимофеевки под влиянием известкования составляет в среднем 10—15 ц/га.

Проведенные нами исследования показали, что внесение извести по минеральному и органическому фонам по-разному влияет на микрофлору корневой системы клевера и тимофеевки. Для клевера наиболее благоприятно сказывается внесение извести по органическому фону, а для тимофеевки — по минеральному.

Не безразличны и дозы извести. Нами исследовались дозы в 500 и 1000 кг/га. Анализы показали, что как для клевера, так и для тимофеевки лучшее действие оказывает 500 кг/га. Известкование усиливает развитие клубеньковых бактерий, но большой разницы между дозами извести в 500 и 1000 кг/га не наблюдается. Однако доза в 500 кг/га положительно влияет на характер колоний клубеньковых бактерий. Эти колонии были средней величины, слизистые, умеренно мутные (типичные для второго года жизни в середине вегетационного периода). Активность этих бактерий оказалась высокой. Некоторые куль-

туры при испытании увеличили урожай на 55—73% по отношению к контролю (без инокуляции).

Влияет различная дозировка извести и на другие виды микроорганизмов клевера и тимофеевки, причем малая доза в 500 кг/га по силе своего действия не уступает дозе в 1000 кг/га.

ВЫВОДЫ

1. Микрофлора корневой системы клевера меняется по мере развития растения. С увеличением возраста клевера в корнях постепенно накапливается много бактерий. Однако в течение вегетационного периода это накопление идет не по непрерывно восходящей кривой. В период бутонизации—цветения у клевера вторых и третьих лет жизни происходит уменьшение количества бактерий, что обусловлено накоплением в корнях бактерицидных веществ.

2. Изменяется и качественный состав микрофлоры корневой системы клевера в различные годы жизни и разные периоды вегетации. Первый год характеризуется разнообразием видового состава. Наиболее типичная микрофлора складывается на второй год. На третий год в корнях снова появляются пигментные формы, характерные для первого года.

3. В различные периоды жизни клевера изменяются также свойства клубеньковых бактерий, обитающих в его корнях. Наблюдается некоторая корреляция между свойствами колоний и активностью бактерий. Так, наибольшей активностью обладают клубеньковые бактерии, выделенные на второй год в период начала цветения. Эти колонии имеют характерный вид — средней мутности, крупные и средние.

4. В течение жизни клевера изменяется и форма клубеньковых бактерий. У растений первого года в первую половину вегетации преобладают бактероиды, а во вторую половину — палочки различной величины. У клевера второго года в течение всего вегетационного периода присутствуют бактероиды, которые сначала равномерно окрашены, затем приобретают зернистость, а в момент ухода растений под зиму они сильно вакуолизированы и начинают распадаться. На третий год бактероиды, плохо воспринимающие окраску и вакуолизированные, появляются в более ранний период.

5. Микрофлора корневой системы тимофеевки отличается от микрофлоры корней клевера как по динамике размножения бактерий в корнях, по преобладанию различных физиологических групп, так и по наличию видов бактерий, отсутствующих в корнях клевера.

6. На характер микрофлоры большое влияние оказывают условия выращивания трав. При летнем пожнивном посеве микрофлора корней трав на второй год пользования выравнивается. Поэтому в случае угнетения клевера под покровной культурой можно вполне перейти на летний пожнивной посев.

7. Известкование положительно влияет на развитие клубеньковых бактерий. По силе активности доза извести в 500 кг/га почти не уступает дозе в 1000 кг/га.

Отсюда следует, что агротехнические мероприятия являются мощным фактором регулирования микрофлоры корневой системы трав.[1]

---

[1] Работа выполнена под руководством профессора, доктора биологических наук Е. Ф. Березовой.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Березова Е. Ф.* и *Ремпе Е. Х.*— Корневая микрофлора многолетних трав. Доклады ВАСХНИЛ, вып. 1, 1950.

2. *Жуковская П. Н.* и *Теппер Е. З.*— Изучение микрофлоры ризосферы овса, клевера и картофеля методом последовательных отмываний корней. Труды ТСХА, вып. 4, 1949.

3. *Красильников Н. А.*— Влияние растительного покрова на микробный ценоз в почве. Микробиология, XIII, 187, 1944.

4. *Лазарева Н. М.*— Изучение активности клубеньковых бактерий в зависимости от возраста и фазы вегетации бобового растения. Труды Всесоюзн. н.-и. института сельхозмикробиологии, XII, 1951.

5. *Ремпе Е. Х.*— Бактерицидные вещества в семенах клевера и люцерны и их значение для эффективности нитрагинизации. Труды Всесоюзн. н.-и. института сельхозмикробиологии, XIII, 1953.

6. *Федоров М. В.* и *Непомилуев В. Ф.*— Основные формы ризосферных бактерий клевера и их количественное содержание в ризосфере по фазам развития растения и годам его жизни. Микробиология, XXIII, вып. 4, 1954.

И. А. Веселовская,
ассистент кафедры физиологии растений

БАКТЕРИЗАЦИЯ ЛЮЦЕРНЫ КАК ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ ПРИЕМ ЕЕ АГРОТЕХНИКИ НА СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЧВАХ ГОРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Бактериальные удобрения являются весьма простым и доступным средством повышения урожайности сельскохозяйственных растений. Применение их дает возможность получать значительное количество добавочной продукции сельского хозяйства.

В настоящее время на социалистических полях нашей Родины по праву завоевывают все большее признание такие виды бактериальных удобрений, как нитрагин, азотобактерин и фосфоробактерин. Вполне достоверно установлено, что применение нитрагина не только способствует росту урожайности, но и увеличивает содержание азота в зеленой надземной массе и в корневых остатках, благодаря чему повышается кормовое достоинство сена и возрастает урожай последующих культур.

Многолетние бобовые травы способствуют повышению плодородия почвы. Поэтому увеличение их урожая имеет двоякое значение: с одной стороны, для большего сбора сена или семян, а с другой стороны, для повышения урожая следующих за ними в севообороте культур.

В последних постановлениях партии и правительства подчеркивается значение создания прочной кормовой базы путем расширения посевных площадей и значительного повышения урожайности, наряду с другими культурами многолетних трав.

В комплексе тех мероприятий, которые призваны поднять урожайность трав, важное место должно принадлежать широкому использованию бактериальных удобрений.

Можно привести ряд данных, свидетельствующих о том, что нитрагинизация многолетних бобовых трав способствует повышению урожая сена и семян этих культур. В отдельных случаях нитрагин увеличивает урожай бобовых культур на 30—60%, но чаще всего на 10—20%.

В Горьковской области применение нитрагина под клевер в колхозе „Заветы Ленина“, Семеновского района, повысило сбор сена на 33%: без нитрагина было собрано 24 ц/га, с нитрагином —32 ц/га.

В опыте с люцерной в колхозе „Красный строитель“, Арзамасского района, с применением нитрагина был снят урожай сена 52 ц//га, без нитрагина —17,5 ц/га; прибавка составила 34,5 ц/га. Высокий эффект от нитрагинизации был получен благодаря хорошей агротехнике. Люцерну посеяли под покров озимой пшеницы, под которую внесли

навоза 40 т/га и суперфосфата 1 ц/га. Было проведено снегозадержание. Весною, на 2-м году жизни люцерны, ее подкормили гранулированным суперфосфатом, произведя вслед за подкормкой ручное и конное рыхление. В период цветения растения вторично пропололи, полностью уничтожив сорняки. В результате применения комплекса агромероприятий нитрагинизация обеспечила значительную прибавку урожая.

Нитрагин в значительной степени увеличивает и урожай семян. Так, в колхозе им. XVII партсъезда Кстовского района без нитрагина урожай семян люцерны составил 4,5 ц/га, с нитрагином —6,8 ц/га, то есть больше на 2,3 ц/га, или на 51% (Образцова А. А., 1953 г.).

По данным агронома И. Огнева, применение нитрагина в некоторых районах Белорусской ССР повышает урожай сена с 9 до 22 ц/га, семян клевера — с 0,1 до 0,8 ц/га (И. Огнев, 1953 г.).

О положительном влиянии нитрагинизации клевера и люцерны свидетельствуют и данные, приведенные Лопатиной Г. В. и Бородулиной Ю. С. (1955 год). Урожай зеленой массы люцерны повысился на 37,4 и 64,7 ц/га, урожай семян — на 0,3 и 0,8 ц/га, зеленой массы клевера — на 15 ц/га, семян — на 0,4 ц/га.

По данным Федорова М. В. (1955 год), прибавка урожая от нитрагина по клеверу (сено) — 32,6%, по люцерне (зеленая масса) — 33 %.

Ламповщиков П. К. (1951 год) в опыте на слабоподзолистых суглинистых почвах Ленинградской области установил, что вес зеленой массы клевера как при естественной инокуляции, так и при применении нитрагина значительно повышается при внесении минеральных удобрений (суперфосфата и калийной соли) по фону извести. Урожай сена клевера без удобрений составлял 32,4 ц/га и 25,8 ц/га, при внесении удобрений и известковании 58,6 ц/га и 37,8 ц/га при естественной инокуляции, при применении нитрагина — соответственно —61,2 ц/га и 42 ц/га.

Приведенные данные показывают положительное влияние нитрагинизации на урожай многолетних трав.

Красильниковым Н. А. (1945 год) установлено, что в составе прикорневой микрофлоры встречаются бактерии, которые не обладают способностью фиксировать азот воздуха, как клубеньковые бактерии, но влияют на растение продуктами своей жизнедеятельности, ускоряя рост корней и надземных частей. Эти бактерии — активаторы, как их назвал Н. А. Красильников, — вырабатывают и выделяют особые вещества, которые можно рассматривать как стимуляторы или активаторы роста. К таким веществам следует отнести ауксины, пантотеновую и никотиновую кислоты, некоторые аминокислоты — аланин, тиазол, витамины и т. д.

Наиболее богаты ростактивирующими веществами некоторые виды бактерий из группы псевдомонас, азотобактер, клубеньковые и некоторые другие виды.

Красильников нашел, что бактерии — активаторы типа псевдомонас при совместном выращивании с азотобактером стимулируют размножение последнего и способствуют повышению его азотофиксирующей способности. По данным этого же автора, совместное выращивание клубеньковых бактерий и псевдомонас приводит к усилению вирулентности и активности клубеньковых бактерий.

Данные вегетационного опыта с клевером на подзолистых почвах, проведенного Красильниковым, совершенно ясно свидетельствуют об этом.

	Урожай в %	Число клубеньков на 1 растение
Контроль (без бактерий) . .	100	3
Клубеньковые бактерии . . .	115	6
Клубеньковые бактерии— бактерии-активаторы . . .	126	10

Основываясь на благоприятном воздействии бактерий-активаторов на рост растений и на другие бактерии — азотобактер и клубеньковые,— Красильников предложил комбинированный препарат. Последний изготовляется из смеси трех видов бактерий: клубеньковых, азотобактера и бактерий-активаторов. Субстратом для развития микроорганизмов может служить или стерильная почва, или почвенно-торфяная смесь.

По данным Красильникова, комбинированный препарат обеспечивает большее количество положительных результатов, чем нитрагин и азотобактерин. Повышение урожая от комбинированного препарата он наблюдал в 87%, тогда как процент положительных результатов для нитрагина и азотобактерина колебался в пределах 58—60%. Более высокий процент положительных результатов Красильников объясняет взаимным стимулирующим воздействием бактерий. Вместе они хорошо развиваются и проявляют более высокую жизнедеятельность. Бактерии-активаторы, как уже указывалось выше, заметно стимулируют азотофиксирующую способность азотобактера и повышают вирулентность и активность клубеньковых бактерий.

Несмотря на перспективность комбинированного препарата, в литературе почти не встречается данных о его эффективности, особенно применительно к многолетним травосмесям.

В своей диссертационной работе мы изучили влияние комбинированного препарата на урожай травосмесей, зимостойкость бобовых, динамику клубенькообразования, углеводно-белковый обмен люцерны, изменение микрофлоры ризосферы и бактериоризы при бактеризации и некоторые другие вопросы.

В данной статье помещаются те результаты, которые мы получили, применяя комбинированный препарат под травосмеси в производственных посевах в условиях колхоза и учебно-опытного хозяйства института.

ОПЫТЫ ПО ПРИМЕНЕНИЮ КОМБИНИРОВАННОГО ПРЕПАРАТА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Весной 1952 года в колхозе им. Ленина, Бутурлинского района, мы применили комбинированный препарат для люцерны, высевавшейся под покров проса.[1]

Опыт был заложен по следующей схеме: 1) контроль, 2) нитрагин, 3) комбинированный препарат. Под каждым вариантом была занята площадь в 1 гектар.

Для бактеризации комбинированным препаратом семян люцерны на 1 гектар мы использовали 3 бутылки продажного азотобактерина, 3 бутылки нитрагина и 100 мл взвеси бактерий-активаторов, полученной путем смыва (100 мл воды) бактериального налета с агаризованных сред в двух полулитровых бутылках.

Норма бактериальных препаратов была завышена, так как Красильникова А. И. (1942 год) установила, что на тяжелых суглинистых почвах обычная доза нитрагина не обеспечивает повышения урожая. Только при увеличении дозы в 3—6 раз наблюдается прибавка урожая. Отсутствие положительного действия обычной нормы нитрагина, по данным Красильниковой, обусловливается способностью тяжелых суглинистых почв сильно адсорбировать клубеньковые бактерии.

Люцерна высевалась с целью получения семенной продукции.

---

[1] В постановке опыта, в проведении наблюдений и учете урожая проса и семян люцерны принимали участие студенты-практиканты Горьковского сельскохозяйственного института Севастьянов, Фишман и Волокушин.

В этом опыте мы учли урожай проса во всех вариантах, количество клубеньков на корнях люцерны под покровом проса и урожай семян люцерны.

Результаты указанных наблюдений приведены в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1

Урожай проса (с подсевом люцерны) в ц/га

Варианты	Урожай в ц/га	Урожай в %
Контроль	13,8	100,0
Нитрагин	15,8	114,5
Комбинированный препарат . .	16,1	116,6

Из таблицы 1 видно, что бактеризация оказала определенное положительное влияние и на просо, как покровную культуру: урожай его повысился на 14% от нитрагина и на 16% — от комбинированного препарата. По всей вероятности, бактерии влияют стимулирующим образом на растения путем выделения ростактивирующих веществ.

Таблица 2

Количество клубеньков на корнях люцерны под покровом проса

Варианты	Количество клубеньков на 1 растение
Контроль	0,9
Нитрагин	1,7
Комбинированный препарат	2,4

Для учета количества клубеньковых бактерий люцерны с каждого варианта, по диагонали участка, через определенное число шагов, выкапывались растения на глубину пахотного горизонта. С каждого варианта было выкопано по 50 растений. Корни были отряхнуты от почвы, а затем тщательно отмыты. После этого подсчитаны клубеньки и сделан пересчет количества их в среднем на одно растение.

Таблица 2 подтверждает ранее полученные нами данные, что покровная культура угнетает клубенькообразование у люцерны. Как видно из таблицы, абсолютное количество клубеньков на корнях люцерны, находящейся под покровной культурой, незначительно. Следует также отметить, что и в этом опыте проявилось положительное влияние комбинированного препарата на клубенькообразование.

Таблица 3

Урожай семян люцерны

Варианты	Урожай семян люцерны (в кг) с делянки в 200 кв. м	Урожай семян в ц/га	Урожай в %	Прибавка в %
Контроль	1,82	0,91	100,0	—
Нитрагин	3,40	1,70	186,8	86,8
Комбинированный препарат . . .	4,06	2,03	223,0	123,0

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что бактеризация оказала положительное влияние на семенную продукцию люцерны, увеличив урожай семян на 86,8% при нитрагировании и на 123% при применении комбинированного препарата.

Весной 1953 года в учебно-опытном хозяйстве ГСХИ[1] мы применили комбинированный препарат и нитрагин под люцерно-тимофеечную травосмесь на площади в 0,5 гектара.

Схема опыта была та же: контроль, нитрагин, комбинированный препарат. Повторность опыта двукратная. Почва светло-серая лесостепная. Площадь делянки 153×6,2=948 кв. м.

Люцерна была высеяна из расчета 20 кг на гектар, тимофеевка — 4 кг на гектар.

Для обработки семян на каждую делянку использовались следующие нормы бактериальных удобрений:

заводского нитрагина	125 г	вносились в виде взвеси, полученной путем смыва бактериальных налетов с агаризованных сред в пол-литровых бутылках 50 мл воды
азотобактера	25 мл	
бактерий-активаторов	25 мл	

В апреле 1954 года была проведена подкормка травосмеси минеральными удобрениями: аммиачной селитрой из расчета 30 кг/га, хлористым калием—75 кг/га и суперфосфатом—150 кг/га.

Учет урожая трав проводился методом пробного снопа; для этого на каждой делянке был взят травостой с пятиметровок, из которого составлен пробный сноп.

Таблица 4

Урожай сена люцерно-тимофеечной травосмеси первого года пользования

Варианты	Первый укос в ц/га		Второй укос в ц/га		Сумма двух укосов в ц/га		
	среднее из двух повторностей						
	абсол.	%	абсол.	%	абсол.	%	прибавка
Контроль	15,00	100,0	9,75	100,0	24,75	100,0	—
Нитрагин	20,00	133,0	12,47	127.8	32,47	131,1	31,1
Комбинированный препарат	22,00	146,0	13,85	142,0	35,85	144,8	44,8

Данные таблицы 4 говорят о том, что бактеризация оказала положительное влияние на урожай люцерно-тимофеечной травосмеси в первый год пользования. Особенно значительным было влияние комбинированного препарата, который увеличил урожай: по сравнению с нитрагином—на 13,7%, по сравнению с контролем—на 44,8%. Урожай трав в варианте с нитрагином был выше, чем в контроле, на 31,1%.

Учесть урожай трав второго года пользования нам не удалось, так как в связи с изменением севооборотов в учебно-опытном хозяйстве участок был распахан.

В мае 1954 года в том же хозяйстве мы заложили опыт с применением бактериальных препаратов под клеверо-тимофеечную травосмесь на площади 1,14 гектара.

Травы были высеяны под покров овса.

Опыт заложен по той же схеме, что и предыдущий с люцерно-тимофеечной травосмесью. Повторность опыта однократная.

Площадь делянки под каждым вариантом 148×25,7=3803 м²=0,38 гектара.

Норма высева семян на 1 гектар: клевера—12 кг, тимофеевки—6 кг.

Норма примененных бактериальных удобрений следующая:

нитрагин—одна бутылка заводского нитрагина,

азотобактер — бактериальная взвесь, полученная после смыва налета

[1] ГСХИ — Горьковский сельскохозяйственный институт.

азотобактера с агаризованной среды из двух бутылок 100 мл воды; бактерии-активаторы — взвесь, полученная после смыва налета бактерий с агаризованной среды из двух бутылок 100 мл воды.

В апреле 1955 года травосмесь была подкормлена минеральными удобрениями из расчета 30 кг/га аммиачного азота, 75 кг/га хлористого калия и 150 кг/га суперфосфата.

В этом опыте мы провели учет зимостойкости клевера, клубенькообразования и урожая травосмеси.

Для учета зимостойкости клевера в сентябре 1954 года в каждом варианте было заложено 10 площадок по 0,5 кв. м. Осенью на каждой площадке подсчитаны растения, уходившие под зиму, а весной, после отрастания—перезимовавшие.

Таблица 5

Влияние бактеризации на зимостойкость клевера

Варианты	Количество растений на 1 кв. м		
	перед уходом под зиму	весной после отрастания	% перезимовавших
Контроль	42	28	68
Нитрагин	57	39	71
Комбинированный препарат	65	54	82

Таблица 5 показывает, что зимостойкость клевера значительно повышается при бактеризации. Так, в контроле перезимовало 68% растений, при нитрагировании—71%, а при применении комбинированного препарата—82%.

Из таблицы 4 можно также видеть, что густота стояния клевера при бактеризации выше, чем в контроле, особенно при применении комбинированного препарата.

Таким образом, бактеризация значительно повышает всхожесть семян, что имеет существенное значение для формирования урожая.

Учет образования клубеньков у клевера проводился осенью 1954 года после выхода трав из-под покровной культуры.

Таблица 6

Влияние бактеризации на образование клубеньков у клевера

Варианты	Количество клубеньков на 1 растение	
	абсолютн.	%
Контроль	25,7	100,0
Нитрагин	46,4	180,5
Комбинированный препарат	53,0	206,2

Данные таблицы 6 подтверждают ранее полученные нами данные о том, что клубенькообразование возрастает при бактеризации бобовых трав, особенно при использовании комбинированного препарата.

Урожай трав был учтен летом 1955 года и 1956 года методом пробного снопа.

Таблица 7

Урожай клеверо-тимофеечного сена (в ц/га) за два года пользования

Варианты	Первый год пользования		Второй год пользования		Сумма за два года пользования		
	абсол.	%	абсол.	%	абсол.	%	прибавка в %
Контроль	51,65	100,0	33,70	100,0	85,35	100,0	—
Нитрагин	58,99	114,0	38,55	110,4	97,54	114,3	14,3
Комбинированный препарат	62,65	121,0	40,07	118,8	102,72	120,4	20,4

Таблица 7 убедительно говорит о положительном действии бактеризации на урожай клеверо-тимофеечного сена. Так, комбинированный препарат увеличил урожай сена на 20,4%, нитрагин—на 14,3% по сравнению с контролем.

Подобная закономерность наблюдалась и в нашем основном опыте с различными травосмесями (Веселовская И. А., 1955 год).

Таким образом, вышеизложенные опыты показали, что бактеризация многолетних трав увеличивает урожай зеленой массы и семян, способствует лучшему образованию клубеньков и повышает зимостойкость бобового компонента травосмеси. При этом следует отметить преимущество комбинированного препарата перед нитрагином.

КЛУБЕНЬКООБРАЗОВАНИЕ У КЛЕВЕРА И ЛЮЦЕРНЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ И СПОСОБАХ ПОСЕВА

Изучая вопрос о влиянии бактеризации на урожай травосмесей и углеводно-белковый обмен люцерны, мы установили, что при произрастании люцерны под покровом злаков наблюдается слабое развитие клубеньков (Веселовская И. А., 1955 год).

Исходя из этого, мы поставили перед собой задачу проследить клубенькообразование у люцерны и клевера при различных способах и сроках их посева. Свои исследования мы провели на опытных полях заведующего кафедрой общего земледелия ГСХИ В. П. Нарциссова—на светло-серых лесостепных почвах Горьковской областной комплексной станции по земледелию.[1]

Учет образования клубеньков проводился в три срока: 24 октября 1950 года, 25 июля 1951 года и 2 августа 1952 года. Для изучения клубенькообразования у люцерны и клевера были взяты следующие варианты.

I. Беспокровный посев трав при двух сроках высева:
1) вспашка в июле и сев в июле 1949 года . . . . . } поле 222.
2) вспашка в октябре и сев весной 1950 года . . . . . }

II. Подпокровный посев трав при трех сроках высева:
1) посев трав за месяц до сева озимых } поле 223.
2) „ „ весной 1950 года . . . . . }
3) межрядковый сев трав в августе 1949 года . . . }

Площадь делянки под каждым вариантом: на поле 222—11×24=264 кв. м, на поле 223—8×24=192 кв. м.

Для учета клубеньков с каждого варианта было взято по 20 растений, выкопанных целиком с корневой системой на глубину пахотного горизонта.

[1] За предоставление нам возможности осуществить данную работу приносим благодарность В. П. Нарциссову.

Данные учета клубенькообразования у люцерны и клевера приведены в таблицах 8 и 9.

Таблица 8

Образование клубеньков у люцерны при различных сроках и способах посева

Варианты. Сроки учета	Количество клубеньков на одно растение				
	беспокровный посев		подпокровный посев		
	вспашка 23/VII 1949 г., сев 24/VII 1949 г.	вспашка 10/X-1949 г., сев весной 1950 г.	сев трав 25/VII 1949 г., за м-ц до сева озимых	сев трав 20/VIII 1949 г., межрядковый	сев трав весной 1950 г.
24 октября 1950 года	17,5	31,0	47,0	32,6	3,0
29 июля 1951 года .	5,3	22,8	45,4	52,3	2,3
2 августа 1952 года	—	—	7,0	15,3	5,5

Из таблицы 8 видно, что наибольшее количество клубеньков у люцерны было при посеве ее за месяц до сева озимых.

Межрядковый способ также оказал положительное влияние на образование клубеньков.

По-видимому, в обоих случаях растения люцерны, находясь в условиях хорошего освещения, накопили достаточное количество углеводов, которые использовались клубеньковыми бактериями, что и сказалось положительно на количестве последних.

При посеве люцерны под покров озимой культуры (сев трав весной 1950 года) наблюдалось незначительное образование клубеньков (подобная картина была в наших опытах 1949-51 г. и в опыте 1948-49 г.—Веселовская И. А.).

Мы считаем, что слабое клубенькообразование под покровом можно объяснить притенением люцерны покровной культурой. У люцерны как светолюбивого растения недостаточное освещение отрицательно сказывается на образовании клубеньков. Однако и при беспокровном посеве наблюдалось слабое клубенькообразование, что можно объяснить малым количеством осадков в августе и сентябре 1949 года. Клубеньковые бактерии относятся к влаголюбивым микроорганизмам. Поэтому хорошо они развиваются только в почвах с достаточным содержанием влаги.

Таблица 9

Образование клубеньков у клевера при различных сроках и способах посева

Варианты Сроки учета	Количество клубеньков на одно растение				
	беспокровный посев		подпокровный посев		
	вспашка 23/VII 1949 г., сев 24/VII 1949 г.	вспашка 10/X 1949 г., сев весной 1950 г.	сев трав 25/VII 1949 г., за м-ц до сева озимых	сев трав 20/VIII 1949 г., межрядковый	сев трав весной 1950 г.
24 октября 1950 года	62,3	66,7	84,2	205,4	128,6
29 июля 1951 года .	70,6	27,0	119,3	50,8	65,5
2 августа 1952 года	—	—	22,1	33,3	20,1

Данные таблицы 9 показывают, что клубенькообразование у клевера во многом аналогично таковому у люцерны: большое количество клубеньков образуется при посеве межрядковым способом, а также при севе клевера за месяц до высева озимых.

В отличие от люцерны, при весеннем посеве клевера под покров озимой культуры наблюдалось сильное клубенькообразование. Это, по всей вероятности, можно связать с тем, что клевер является более теневыносливым растением и покровная культура не оказывает столь отрицательного влияния на образование клубеньков. При беспокровном посеве клевера по сравнению с подпокровным также было меньше клубеньков.

Если проследить клубенькообразование у люцерны и клевера по годам их жизни, то здесь можно установить такую закономерность: наибольшее количество клубеньков приходится на первый и второй годы жизни. На третий год наблюдается снижение клубенькообразования. Однако в конце третьего года жизни бобовых, в частности люцерны, вновь возрастает количество клубеньков, как показали работы Березовой Е. Ф. (1950 года) и других авторов.

Березова Е. Ф. этому явлению дает следующее толкование: к началу третьего года жизни бобовых в почве накапливаются бактерицидные вещества, действующие угнетающе на клубеньковые бактерии. Но к концу третьего года жизни бобовых бактерии вполне приспосабливаются к бактерицидным веществам, и количество клубеньков вновь возрастает.

Если сравнить количество клубеньков у клевера и люцерны, то становится совершенно очевидно, что на корнях люцерны на светло-серых лесостепных почвах образуется их значительно меньше, чем на корнях клевера. Это, вероятно, свидетельствует о меньшей вирулентности клубеньковых бактерий люцерны и о меньшем их количестве в светло-серых лесостепных почвах по сравнению с клубеньковыми бактериями клевера. Кроме того, это говорит и о худшей выживаемости клубеньковых бактерий люцерны на этих почвах.

Данные об урожайности люцерны и клевера при различных сроках и способах их посева, сообщенные нам В. П. Нарциссовым, приведены в таблице 10.

Таблица 10

Урожай люцерны и клевера при различных сроках и способах посева

Варианты	Урожай сена в ц/га за два года пользования				
	беспокровный посев		подпокровный посев		
	вспашка 23/VII 1949 г., сев 24/VII 1949 года	вспашка 10/X 1949 года, сев весной 1950 года	сев трав 25/VII, за месяц до сева озимых	сев трав 20/VIII, межрядковый	сев трав весной 1950 года
Клевер	90,9	54,6	117,3	60,2	71,6
Люцерна	70,6	35,1	108,7	51,3	39,5

Данные таблицы 10 также свидетельствуют о преимуществе посева как клевера, так и люцерны за месяц до сева озимых.

При межрядковом способе, в сравнении с другими вариантами, люцерна давала довольно большой урожай. У клевера высокий урожай наблюдался при весеннем посеве, сравнительно с другими вариантами.

При беспокровном посеве люцерны и клевера наибольший урожай был при летнем севе этих трав (июль 1949 года).

По данным ряда авторов, урожай бобовых культур находится в прямой зависимости от количества клубеньков на их корнях. Однако корреляция между урожайностью и количеством клубеньков наблюдается только в том случае, когда клубеньковые бактерии обладают

достаточной активностью и вирулентностью. Активность же их, как показали исследования Бернарда В. В. (1953 год), изменяется в зависимости от ряда почвенных условий. Основные приемы, рекомендуемые для получения высоких урожаев многолетних трав, как то: известкование кислых почв, внесение органических и фосфорно-калийных удобрений под покровную культуру, а также применение фосфорно-калийных подкормок после укоса трав—эти приемы в значительной мере повышают активность клубеньковых бактерий.

В наших наблюдениях урожай клевера и люцерны, при различных сроках и способах их посева, не всегда коррелирует с количеством клубеньков. Нам думается, что это несоответствие у клевера возможно объяснить тем, что его клубеньковые бактерии недостаточно активны при значительной вирулентности. Недостаточная активность и является причиной отсутствия корреляции между количеством клубеньков и урожаем.

Что касается клубеньковых бактерий люцерны, то, помимо малой активности, они еще и мало вирулентны. Поэтому количество клубеньков у люцерны значительно меньше, чем у клевера.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И СОХРАНЯЕМОСТЬ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ ЛЮЦЕРНЫ НА СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЧВАХ

Установив, что клубенькообразование у люцерны выражено слабее, чем у клевера, мы поставили перед собой задачу выяснить распространение и сохраняемость клубеньковых бактерий люцерны на светло-серых лесостепных почвах в различных полях севооборота.

Как указывает Мишустин Е. Н. (1953 год), вопрос о целесообразности инокуляции бобовых в севообороте решается изменением количества и активности клубеньковых бактерий в его ротации. Хотя соответствующих наблюдений проведено немного, но они показывают,

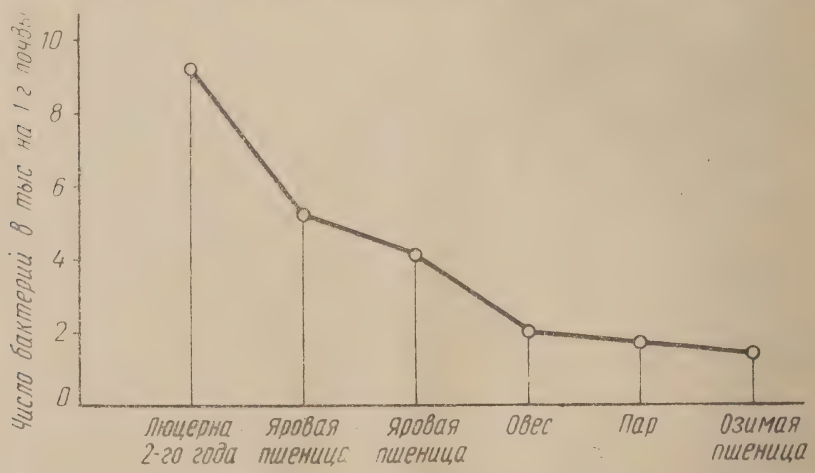


Рис. 1. Снижение количества клубеньковых бактерий люцерны (по данным, полученным автором в Каменной степи).

что в различных полях севооборота количество клубеньковых бактерий неодинаково и резко уменьшается по мере удаления от травяного поля. Поэтому нитрагинизацию при высеве бобовой культуры следует считать обязательным агроприемом.

Распространение клубеньковых бактерий люцерны изучалось нами в течение ряда лет (1951—1956 годы) на опытных полях Горьковской областной комплексной станции по земледелию.

Для количественного учета клубеньковых бактерий люцерны в почве мы пользовались методом Красильникова Н. А. и Кореняко А. И. (1940 год). Мы учитывали их количество на светло-серых лесостепных почвах без посева люцерны, под люцерной первого, второго и третьего года жизни, а также по пласту и обороту пласта как по известкованному, так и неизвесткованному фонам.

Чтобы учесть клубеньковые бактерии по вышеуказанному методу, мы выкопали стерильной лопатой в каждом варианте по 10 растений люцерны; почва, которая пристала к корням, была стряхнута и использована для получения соответствующих разведений.

На вариантах без растений почва была взята стерильной лопатой на глубину пахотного горизонта, в десяти местах каждого участка, и использована тоже для приготовления соответствующих разведений.

Метод Красильникова и Кореняко состоит в следующем. Приготовляется агаризованная питательная среда такого состава:

K_2HPO_4	—1,0 г,
$MgSO_4$	—1,0 г,
$Pa_3(PO_4)_2$	—0,2 г,
$FeSO_4$	—следы,
агар-агар	—0,5—1,0%,
водопроводная вода	—1000 мл.

Приготовленная среда разливается в количестве 50 мл в колбы Эрленмейера объемом 150—200 мл, которые стерилизуются в автоклаве при 120° в течение 10 минут.

В колбы на поверхность охлажденного агара высеваются стерильные семена люцерны. Стерилизуют их раствором сулемы в разведении 1 : 1000 в течение 15—20 минут, предварительно погрузив на несколько секунд в 96° спирт. После этого их промывают стерильной водой в продолжение двух часов; воду меняют через каждые 20—30 минут.

Тотчас после посева семян в колбы на поверхность агара прибавляют водную взвесь исследуемой почвы в различных разведениях. Из каждого разведения вносят взвесь по 1 мл в каждую колбу.

Разведения почвы приготовляются следующим путем: почву, взятую с поля, хорошо перемешивают и просеивают через сито с отверстиями в 1 мм. Из просеянной почвы берут навеску в 10 г и вносят в 100 мл стерильной воды. Смесь взбалтывают в течение 5 минут и затем из полученной взвеси приготовляют разведения.

Описываемый метод исходит из следующего: если в агар с почвенной взвесью попала хоть одна живая клетка Rhizobium данного вида, то она начнет размножаться, и к тому времени, когда прорастут семена и дадут корневую систему, бактерий будет вполне достаточно для того, чтобы обеспечить заражение.

Опыт ставился в двукратной повторности, контрольных колб было две.

Зараженные колбы помещались на хорошо освещенное место при температуре 18—20°С. Через 10—12 дней на корешках выросших в колбах растений появлялись клубеньки. Просмотр колб производился на пятнадцатые сутки.

Для учета количества клубеньковых бактерий в 1 г почвы мы пользовались таблицей Мак-Креди. Данные учета приведены в таблице 11.

Данные таблицы 11 свидетельствуют о том, что в почве, на которой не произрастает люцерна, количество клубеньковых бактерий ничтожно (5—9 в 1 г почвы) или они полностью отсутствуют. Только при нитрагировании люцерны количество их в почве ризосферы увеличивается и примерно одинаково для растений первого и второго года жизни. Особенно много клубеньковых бактерий в ризосфере люцерны второго года жизни по известкованному фону.

Таблица 11

Количество клубеньковых бактерий люцерны на светло-серых лесостепных землях (в 1 г. почвы)

Варианты / Сроки учета	Почва без люцерны	Под люцерной первого года жизни		Под люцерной второго года жизни		Под люцерной третьего года жизни		Пласт		Оборот пласта	
		известков.	неизвестков.	известков.	неизвестков.	известков.	неизвестков.	известков.	неизвестков.	известков.	неизвестков.
1951 год, 27 июля	6	—	2000	110000	2000	—	900	—	—	—	—
1952 год, 29 июля	5	—	3000	—	3000	13000	—	—	12	—	12
1953 год, 24 июля	0	—	20000	20000	1300	—	900	—	50	—	50
1954 год, 12 августа	9	900	500	6000	3000	13000	—	130	90	130	130
1955 год, 15 августа	0	0	0	13000	1300	—	0	120	0	200	0
1956 год, 20 июля	6	—	3000	25000	2000	2000	500	50	0	50	0

Это согласуется с данными Финкельштейна М. Я., полученными для клевера на Долгопрудной опытно-агрономической станции (1951 год).

Известкование светло-серой лесостепной почвы резко повышает количество клубеньковых бактерий. Но на третий год жизни люцерны оно снижается.

В почве пласта и по обороту пласта количество клубеньковых бактерий люцерны резко падает, особенно при известковании.

Полученные нами данные ясно показали огромное значение известкования для развития и сохраняемости клубеньковых бактерий люцерны.

Ряд авторов (Гельцер Ф. Ю., Березова Е. Ф., Бородулина Ю. С. и другие) указывают на то, что известкование не только способствует лучшему развитию Rhizobium в почве, но повышает их активность и вирулентность.

По данным Березовой Е. Ф. (1951 год), известь резко повышает количество бактерий не только в почве, но и в корневой системе. Так, в 1 г корней клевера, выросшего на известкованной почве, содержалось 32 млн бактерий, а при известковании—180 млн.

Бородулина Ю. С. (1953 год) выделяла клубеньковые бактерии из растений, выращенных на известкованных и неизвесткованных почвах. Ее данные свидетельствуют о том, что при известковании почвы происходит не только увеличение количества клубеньковых бактерий, но и повышение их активности. Например, если семена клевера обрабатывались клубеньковыми бактериями, выделенными из неизвесткованной почвы, они дали 160% прибавки веса зеленой массы по сравнению с контролем (выращен на песке в условиях вегетационного опыта). При обработке семян бактериями, выделенными из известкованной почвы, прибавка возросла до 410%.

Финкельштейн М. Я. показал, что известкование резко повышает количество клубеньковых бактерий клевера в почве: в контроле в 1 г почвы содержалось 1700 клеток, при известковании—110 000.

Таким образом, двойное влияние извести—увеличение количества бактерий, с одной стороны, и повышение их активности—с другой,—обусловливает высокий эффект этого приема, и урожай бобовых растений возрастает.

Бородулина считает, что высокая активность клубеньковых бактерий, полученных с известкованных делянок, не является случайной, но вполне закономерной. Под влиянием извести происходят изменения в самой природе клубеньковых бактерий. В результате в полях севооборота под бобовыми культурами (клевер, люцерна) создаются новые, более активные расы клубеньковых бактерий.

Исходя из этого, автор предлагает перейти на изготовление нитрагина из местных рас клубеньковых бактерий, выделенных из растений, произраставших на известкованном фоне в условиях хорошего освещения. Такой нитрагин значительно эффективнее нитрагина, изготовленного на стандартных заводских культурах.

Использование местной расы клубеньковых бактерий, выделенной Зарембо В. А. (1953 год—Украинский институт социалистического земледелия), обеспечило урожай зеленой массы люцерны в 136 ц/га, а производственного штамма—только 91 ц/га.

ВЫВОДЫ

Наши исследования показали, что клубеньковые бактерии в ризосфере люцерны на светло-серых лесостепных почвах без известкования слабо развиваются и плохо сохраняются. В почве же вне ризосферы люцерны содержание клубеньковых бактерий или ничтожно, или они совершенно отсутствуют.

Известно, что для каждого вида и даже сорта бобовых растений существуют свои клубеньковые бактерии. Это свойство клубеньковых бактерий вызывать образование клубеньков только на строго определенных бобовых растениях получило название специфичности. Специфичность клубеньковые бактерии приобретают в процессе длительного приспособления к растениям. Люцерна для Горьковской области является новой культурой. Поэтому в почве или отсутствуют ее специфические клубеньковые бактерии или находятся в незначительном количестве.

Известкование светло-серых лесостепных почв значительно повышает количество клубеньковых бактерий в ризосфере люцерны, однако и в этих случаях содержание их резко снижается по пласту и обороту пласта. Поэтому применение нитрагина при высеве люцерны на светло-серых лесостепных почвах следует признать обязательным агроприемом и рекомендовать его широкое использование в производственных условиях (наряду с известкованием).

Наши исследования свидетельствуют, что при бактеризации наибольший эффект дает применение комбинированного препарата. Поэтому Горьковской лаборатории бактериальных удобрений необходимо организовать выпуск комбинированных препаратов для многолетних бобовых культур.

Необходимо также отметить, что заводский нитрагин, который используется для бактеризации семян люцерны, содержит малоактивную для наших почв расу клубеньковых бактерий,—следовательно, целесообразнее для производства нитрагина и комбинированного препарата использовать местную расу клубеньковых бактерий люцерны, приспособленную к данным почвенным и климатическим условиям и сорту люцерны, рекомендованному для Горьковской области.

Выделение местной расы клубеньковых бактерий люцерны является актуальной задачей. Такую задачу мы и ставим перед собой на ближайшее будущее.[1]

---

[1] Работа выполнена под руководством доктора сельскохозяйственных наук профессора А. А. Образцовой.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Березова Е. Ф., Бородулина Ю. С.* и другие.—Влияние известкования на микрофлору почвы и корневой системы растения. Труды Всесоюз. н.-и. института сельхозмикробиологии, т. XII. 1951.

2. *Бернард В. В.* — Об эффективности нитрагина под клевер в условиях высокой агротехники. Труды Всесоюзн. н.-и. института сельхозмикробиологии, т. XIII. 1953 год.

3. *Бородулина Ю. С.*—Изменение активности клубеньковых бактерий в полях севооборота. Труды Всесоюзн. н.-и. института сельхозмикробиологии. т. XIII. 1953.

4. *Доросинский Л. М.* и *Лопатина Г. В.* — Бактериальные удобрения (нитрагин, фосфоробактерин) и некоторые вопросы их применения. Сборник „Вопросы применения бактериальных удобрений" Изд. АН СССР. 1953.

5. *Красильников Н. А.* — Микробиологические основы бактериальных удобрений. Изд. АН СССР. 1945.

6. *Лямповщиков П. К.*—Влияние минеральных удобрений на инокуляцию клевера. Труды Всесоюзн. н.-и. института сельхозмикробиологии, т. XII. 1951.

7. *Мишустин Е. Н.*—Микроорганизмы и плодородие почвы. Труды конференции по вопросам почвенной микробиологии. 1953.

8. *Образцова А. А.*—Бактериальные удобрения. 1953.

9. Сборник „Применение бактериальных удобрений". Сельхозгиз. 1955.

10. *Федоров М. В.* — Азотофиксирующие бактерии и их значение для сельского хозяйства. 1954.

В. Н. Аристов,
кандидат сельскохозяйственных наук

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ СЕМЯН ПРИ КУЛЬТУРЕ САХАРНОЙ КУКУРУЗЫ

Кукуруза—это поистине универсальное растение—имеет, помимо кормового, большое продовольственное значение. Так, весьма перспективным является возделывание ее в качестве овощной культуры. Для этой цели следует использовать сорта сахарной кукурузы. Початки ее, достигшие молочной спелости, употребляются в пищу, что и позволяет продвинуть данную культуру в более северные районы нашей страны.

Сахарная кукуруза очень богата питательными веществами: при содержании сухого вещества в молочноспелых початках, равном 24—25%, в них имеется 19,9% углеводов, легко растворимых в воде (из них около 5,5% сахара); 3,1% протеина, 1,1% жира, 0,7% минеральных веществ. Помимо этого, желтозерные сорта содержат витамины А, В, Д.

Товарная (молочная) спелость початков сахарной кукурузы наступает через 20—30 дней после появления женских соцветий (в зависимости от сорта и условий выращивания).

Кроме употребления початков в свежем виде, на юге страны из них приготовляют высококачественные консервы.

Чтобы выявить сорта сахарной кукурузы, пригодные для возделывания в Горьковской области, в частности—в пригородной зоне, мы и поставили настоящий опыт.

Экспериментальная работа по теме проводилась в течение 1949, 1951—53 годов на полях овощной селекционной станции, расположенной на территории учебно-опытного хозяйства ГСХИ вблизи г. Горького.

Почвы хозяйства светло-серые лесостепные, легкие и средние суглинки по механическому составу, слабокислые по своей реакции.

Изучавшиеся образцы сахарной кукурузы выращивались как через рассаду (использовались парники после рассады ранней капусты), так и посевом семян непосредственно в открытый грунт (27—28 мая).

При изучении сортов использовался метод частых стандартов; при сортоиспытании в 1952 году—четырехкратная повторность с шахматным расположением делянок, а в 1953 году ввиду большого количества введенных в схему сортоиспытания межсортовых гибридов первого поколения,—вновь метод частых стандартов. За стандарт был взят скороспелый сорт Пионерка Севера селекции В. В. Ордын-

ского, выведенный им на Грибовской селекционной станции под Москвой. Стандарт помещали через каждые два сорта или гибрида. Учетная площадь делянок в опытах по сортоиспытанию колебалась по годам в пределах 28—31,5 кв. м.

В течение всего вегетационного периода проводились подробные фенологические наблюдения, измерялась высота растений, изучалась их облиственность. Урожай убирали выборочно (в 2—3 приема) в фазе молочной спелости початков и частично—в фазе полной спелости.

На основании данных фенологических наблюдений, проведенных при первоначальном сортоизучении, все образцы сахарной кукурузы мы разбили по скороспелости на пять групп. В основу этого деления было положено число дней от массовых всходов до полного цветения початков. Группы эти следующие.

1. **Ранние (скороспелые) сорта.** Полное цветение початков наступает через 55—58 дней, молочная спелость—через 74—75 дней. Товарную продукцию они дают при культуре через рассаду к 4—7 августа, а при грунтовом посеве—к 26 августа. Сюда относятся сорта: Пионерка Севера—отечественной селекции, Ранняя июньская, Альфа и Коммандо—американского происхождения.

2. **Среднеранние сорта.** Полное цветение початков наступает через 62—67 дней, молочная спелость—через 77—81 день. Первый сбор молочноспелых початков—12—13 августа при рассадной культуре и 30 августа—2 сентября—при грунтовом посеве. К этой группе были отнесены сорта селекции Крымской опытно-селекционной станции Главконсерва (станица Крымская Краснодарского края): Ранняя золотая, Золотая Корнели, Золотая Леонарда, Золотая испанка, ряд гибридов этой станции—гибрид 123, гибрид 31—32, а также сорта американского происхождения—Дакотская ранняя улучшенная и Гольден Даун.

3. **Среднеспелые сорта.** Полное цветение—через 67—72 дня, молочная спелость—через 84—88 дней, к 16—20 августа при рассадной культуре. К этой группе отнесены сорта: Кубанская консервная, Ранняя жемчужина и американские сорта—Райса 60-дневная, Нуэтта, Белая мексиканская улучшенная.

4. **Среднепоздние сорта:** Кросби, Черная мексиканская улучшенная, сверхранняя Бентама, Золотая Бентама, Сливки банана и Желтая Уиппля. До полного цветения початков у них проходит 78—82 дня, а до начала молочной спелости—93—94 дня.

5. **Позднеспелые сорта**—Стоуэлс Эвергрин (Поздняя вечнозеленая), который даже при рассадной культуре едва достиг молочной спелости початков к средине сентября. Цветение початков у него наблюдалось через 94 дня после всходов.

Уже по результатам сортоизучения представлялось вполне возможным исключить ряд сортов из последующей работы. Так, за свою позднеспелость были забракованы все среднепоздние и поздние сорта, которые на юге страны, в зоне консервных заводов, составляют основной сортимент сахарной кукурузы.

Для более подробного изучения в схему последующего сортоиспытания нами были включены наиболее скороспелые сорта, показавшие, к тому же, и достаточно высокую урожайность: Пионерка Севера 06/12, Альфа 4480, Ранняя июньская 83, Ранняя золотая 401, Золотая Корнели 403, Золотая Леонарда 40, Гибриды 123 и 31—32, Кубанская консервная 148 и Ранняя жемчужина. Сорт Золотая испанка 149, несмотря на хорошую урожайность и сравнительную скороспелость, использовался нами в дальнейшем лишь для гибридизации с целью получения более урожайных гибридов первого поколения. Это объяснялось тем обстоятельством, что початки у данного сорта имеют очень длинные плодоножки (до 50 см), что создает неудобства для меха-

низации его возделывания. Этот его недостаток, однако, исчезал в первом гибридном поколении при скрещивании с Пионеркой Севера.

На основании двухлетнего сортоиспытания можно дать следующую характеристику изучавшимся сортам и гибридам сахарной кукурузы, а также сделать выводы о пригодности их для культуры в наших условиях.

Ранние сорта—Пионерка Севера, Альфа и Ранняя июньская—по скороспелости почти не отличаются друг от друга. Они дают наиболее ранний урожай молочноспелых початков как при выращивании через рассаду, так и при грунтовом посеве. В последнем случае все початки нередко успевают полностью вызреть (до молочной спелости) к концу первой декады сентября. Семенные початки, убираемые в фазе восковой спелости в конце сентября (это возможно при отсутствии в сентябре заморозков), после просушки дают хороший посевной материал, что значительно облегчает семеноводство этих сортов.

Наиболее урожайным из данной группы оказался сорт Пионерка Севера: при рассадной культуре урожай молочноспелых початков в обертке—83,2 ц/га, а при грунтовом посеве—73 ц/га. Початки этого сорта, освобожденные от листьев обертки, сравнительно мелкие—весом около 100—120 г. Число рядов зерен в початке чаще 8, реже 10; зерно белое, по форме низкое и широкое. Окраска стержня—красная, редко белая. Дегустационные данные оценки зерна—хорошие. Сами растения сравнительно низкорослые—90—120 см. На одном растении успевает обычно вызреть 1—2, реже 3 початка.

Положительной стороной Пионерки Севера является большая устойчивость к неблагоприятным погодным условиям. Благодаря этому уровень урожая в отдельные годы колеблется весьма незначительно.

Из числа среднеранних сортов лучшие показатели по скороспелости и урожайности дали образцы селекции Крымской станции: Ранняя золотая и гибрид 123. При рассадной культуре молочная спелость наступает у них 10—12 августа, при грунтовом посеве—26—31 августа. В последнем случае полное созревание початков (до молочной спелости) имело место только во второй декаде сентября, что ставило значительную часть урожая под угрозу гибели от ранних осенних заморозков. При грунтовом посеве хороший урожай этих сортов можно получать только в годы с теплой и продолжительной осенью. В этих условиях они могут дать початков на 7—10% больше, чем скороспелый сорт Пионерка Севера. Однако, ввиду позднего созревания, эти сорта следует считать мало перспективными для посева семенами непосредственно в открытый грунт. При выращивании же через рассаду Ранняя золотая и гибрид 123 дают более высокий урожай, чем ранние сорта: в среднем за два года—99,2—105,4 ц/га молочноспелых початков. При этом основная масса початков поступает у них во второй половине августа.

Среднеранние сорта имеют крупный початок весом в 180—200 г. Число рядов зерен в початке 10—14. Зерно у них слабо-оранжевого цвета, по форме высокое, средней ширины. Вкусовые качества молочноспелого зерна хорошие. Стержень початка всегда белый. Растения среднерослые—120—150 см высоты. На растении до молочноспелого состояния вызревает обычно один початок.

Другие сорта, особенно Кубанская консервная и Ранняя жемчужина, из-за поздних сроков созревания оказались вообще мало перспективными для Горьковской области. Так, даже при рассадной культуре полное созревание молочноспелых початков у них наступает лишь в самых последних числах августа, то есть в тот период, когда уже начинают плодоносить в грунтовом посеве ранние сорта. При посеве в грунт они оказались еще более непригодными, посколь-

ку к моменту окончательной уборки, в конце сентября, примерно половина всех початков у них не успевала вызреть до молочной (товарной) спелости.

Продолжительность периода от цветения до наступления молочной спелости сильно изменяется в зависимости от условий, в которых происходит созревание урожая. Так, при рассадной культуре у всех сортов длительность этого периода составляет 23—25 дней, при грунтовом же посеве он несколько удлиняется. Особенно сильно реагировали на пониженные осенние температуры среднеспелые сорта, у которых початки достигали молочной спелости лишь через 30—33 дня после их цветения. Соответственно с этим созревание всего урожая при грунтовом посеве растягивалось, по сравнению с рассадной культурой, на более значительный срок, а количество дней между отдельными сборами увеличивалось с 6—7 до 11—13. Но в связи с замедленным созреванием при грунтовом посеве початки значительно дольше остаются пригодными в пищу, то есть не перезревшими. При созревании же в летнее время фаза молочной спелости у початков длится всего 2—3 дня, что при больших площадях, засеянных данной культурой, создает неудобства в реализации урожая.

К моменту последней уборки молочноспелых початков сахарной кукурузы растения остаются еще зелеными, и это дает возможность использовать их для приготовления высококачественного силоса. Оставшаяся в поле зеленая масса стеблей и листьев вместе с невызревшими початками составляла по отдельным сортам 95—120 ц/га. Такое большое количество хорошо силосующегося корма в значительной степени снижает стоимость основной продукции данной культуры.

Созревание зерна сахарной кукурузы происходит медленнее, чем кремнистой (это объясняется биохимическими особенностями зерна). Поэтому в наших условиях при ее семеноводстве приходится очень часто прибегать к выращиванию через рассаду.

Использование рассадного метода дало нам возможность получить по всем изучавшимся сортам полноценный семенной материал, хотя к моменту уборки початков 20—25 сентября наблюдалась еще лишь восковая фаза спелости зерна. При грунтовом же посеве хорошие семена возможны лишь у таких ранних сортов, как Пионерка Севера (вес 1000 зерен при этом доходит до 200 г). Все же остальные сорта дают щуплые семена, абсолютный вес которых составляет 122—150 г.

После уборки семенные початки необходимо сразу же хорошо просушить. При медленной сушке в условиях невысоких осенних температур початки быстро плесневеют, а всхожесть семян резко снижается.

Опыт нашей четырехлетней работы показал, что некоторые сорта, в особенности скороспелые (типа Пионерки Севера), обнаруживают сильно выраженную склонность к вырождению сахарного типа зерна. Вырождающееся зерно в состоянии полной спелости становится мало морщинистым, в эндосперме его увеличивается содержание крахмала. Это, в свою очередь, приводит к ухудшению вкусовых качеств молочноспелых початков. Поэтому при семеноводстве сахарной кукурузы необходимо проводить постоянный и строгий отбор семенных початков по степени морщинистости зерна.

Подводя итоги проведенному нами сортоизучению и сортоиспытанию сахарной кукурузы, следует прежде всего сделать тот вывод, что при рассадном методе ее выращивания в условиях Горьковской области наиболее урожайными являются крупнопочатковые среднеранние и среднеспелые сорта, все початки которых успевают вызреть до начала сентября. При грунтовом же посеве имеет решающее значение степень скороспелости сорта, определяющая высоту

урожая молочноспелых початков. Только скороспелые сорта при таком посеве успевают вызреть до наступления осеннего понижения температуры, почему они и оказываются наиболее урожайными. Но недостатком этих сортов является небольшой вес початка—100—120 г, что в сильной степени сказывается на общей высоте урожая.

Чтобы получать при грунтовом посеве более высокий урожай молочноспелых початков сахарной кукурузы, следует прежде всего поднять общую жизненность самих растений, что, как известно, в значительной степени зависит от противоречивости (гибридности) их природы. Поэтому для достижения этой задачи мы использовали межсортовую половую гибридизацию, являющуюся в настоящее время основным методом селекционной работы по большинству сельскохозяйственных культур.

Использование гибридных семян кукурузы для целей консервирования, помимо повышения урожая, имеет большие преимущества, как указывает Козубенко, и в отношении уменьшения количества сборов молочноспелых початков (обычно применяется выборочная уборка в 2—3 приема). Это значительно сокращает затраты труда на уборку.

Ввиду того, что решающим фактором, обеспечивающим получение высокого урожая сахарной кукурузы в условиях Горьковской области, является скороспелость, мы в каждой комбинации скрещивания в качестве обязательного компонента использовали сорт Пионерку Севера—наиболее урожайный из числа скороспелых сортов. В качестве другого родителя использовались как ранние, так и среднеранние сорта, которые по результатам сортоизучения имели хорошие показатели по урожайности и скороспелости. По всем комбинациям скрещивания были проведены реципрокно.

Прямые скрещивания, в которых сорт Пионерка Севера был взят в качестве материнского, проводились под изоляторами. Пыльцу для опыления брали при этом не менее чем с 20 растений отцовского сорта. Обратные скрещивания, в которых Пионерка Севера была отцовским сортом, проводились на участке элиты последнего. В этом случае растения материнских сортов были высажены в середине участка через рядок от отцовского сорта. Метелки с материнских растений удаляли тотчас же после их появления. Помимо имевшего здесь места спонтанного опыления, проводилось еще дополнительное опыление до методу А. С. Мусийко. В каждой комбинации скрещивания было использовано по 20 материнских растений.

Полученные межсортовые гибриды первого поколения на следующий год включались в общую схему сортоиспытания, где и осуществлялась оценка их по главнейшим хозяйственным признакам.

В 1952 году было проведено сортоиспытание лишь двух гибридов—Ранняя золотая × Пионерка Севера и Пионерка Севера × Ранняя жемчужина.

Уже первое знакомство с межсортовыми гибридами показало, что они являются наиболее перспективными при использовании их в грунтовой культуре. Так гибрид Ранняя золотая × Пионерка Севера по скороспелости равнялся раннему сорту Пионерка Севера, а по урожаю кондиционных чистых початков превышал его на 31,5%. Второй гибрид, хотя и давал столь же высокий урожай, но по скороспелости уступал Пионерке Севера.

Основная работа по изучению межсортовых гибридов первого поколения проводилась в 1953 году. Все изучавшиеся гибриды для удобства рассмотрения можно разбить на 3 группы: 1) гибриды Пионерки Севера с ранними сортами Альфа и Ранняя июньская; 2) ее же гибриды со среднеранними сортами Ранняя золотая, Золотая испанка и гибридами Крымской станции 123 и 31—32; 3) ее же гибриды со среднеспелым сортом Ранняя жемчужина.

Гибридные семена всех трех групп в год скрещивания по весу 1000 зерен превышали обоих родителей или же занимали между ними промежуточное положение.

Всходы на грунтовом посеве у гибридов появились на 1—2 дня раньше и были более дружными, чем у родительских сортов. Все гибриды имели более сжатый период между цветением метелок и появлением рылец. Разрыв между этими фазами у них был на 2—3 дня меньше, чем у родительских сортов, что обеспечило в дальнейшем лучшую озерненность гибридных початков.

Ниже приведена таблица 1, характеризующая скороспелость гибридов в рассадном и грунтовом вариантах.

Как видно из приведенных в таблице 1 данных, при скрещивании близких по скороспелости ранних сортов Пионерки Севера, Альфы и Ранней июньской гибридное потомство в F_1 оказывалось чаще более скороспелым, чем исходные родительские сорта. Что же касается гибридов между Пионеркой Севера и среднеранними сортами (комбинации № 5—10), то в грунтовом посеве они в большинстве случаев были более скороспелыми, чем наиболее скороспелый родитель, а в рассадной культуре занимали по этому признаку промежуточное положение. При вовлечении же в гибридизацию с Пионеркой Севера среднеспелого сорта Ранняя жемчужина, гибридное потомство в F_1 занимало в обоих случаях промежуточное по скороспелости положение, ближе к Пионерке Севера.

Все гибриды по интенсивности роста как в рассадном, так и в грунтовом варианте выращивания значительно превышали исходные родительские сорта.

Таблица 1

Сравнение по скороспелости межсортовых гибридов первого поколения с исходными родительскими сортами (1953 год)

№№ п/п.	Комбинации скрещивания	Число дней от всходов до цветения початков					
		рассадный вариант			грунтовой вариант		
		♀	F_1	♂	♀	F_1	♂
1	Альфа × Пионерка Севера	60	54	57	64	57	61
2	Пионерка Севера × Альфа	57	55	60	61	57	64
3	Ранняя июньская × Пионерка Севера	57	56	57	66	59	61
4	Пионерка Севера × Ранняя июньская	57	60	57	61	58	66
5	Ранняя золотая × Пионерка Севера . .	67	61	57	67	59	61
6	Пионерка Севера × Ранняя золотая . .	57	60	67	61	60	67
7	Пионерка Севера × гибрид 123 . . .	57	60	68	61	59	64
8	Гибрид 123 × Пионерка Севера	68	61	57	64	63	61
9	Гибрид 31—32 × Пионерка Севера . .	67	62	57	65	64	61
10	Золотая испанка × Пионерка Севера .	—	66	57	—	58	61
11	Пионерка Севера × Ранняя жемчужина	57	60	68	61	63	75

В таблице 2 приведены данные, характеризующие гибриды и их родительские формы по конечной высоте растений.

Таблица 2 показывает, что большая часть гибридов в грунтовом варианте значительно превышала исходные родительские сорта. В рассадном же варианте конечная высота растений была обычно промежуточной, но ближе к таковой высокорослого родителя.

По общей облиственности гибридные растения в обоих вариантах стояли значительно выше Пионерки Севера.

Ниже, в таблице 3, приведены данные об урожайности гибридов.

Таблица 2

Характеристика межсортовых гибридов в сравнении с родительскими сортами по высоте растений (1953 год)

№№ п/п.	Комбинация скрещивания	Высота растений в процентах от соседнего стандарта Пионерки Севера (средний стандарт—103,2 см)					
		рассадный вариант			грунтовой вариант		
		♀	F_1	♂	♀	F_1	♂
1	Альфа×Пионерка Севера	100,6	104,1	100	89,5	110,7	100
2	Пионерка Севера×Альфа	100	99,2	100,6	100	107,4	89,5
3	Ранняя июньская×Пионерка Севера	109,3	104,8	100	99,4	105,9	100
4	Пионерка Севера×Ранняя июньская	100	109,2	109,3	100	106,5	99,4
5	Ранняя золотая×Пионерка Севера	122,2	111,5	100	116,2	120,5	100
6	Пионерка Севера×Ранняя золотая	100	104,2	122,2	100	115,1	116,2
7	Пионерка Севера×гибрид 123	100	98,7	123,8	100	115,4	122,4
8	Гибрид 123 × Пионерка Севера	123,8	113,8	100	122,4	112,7	100
9	Гибрид 31—32×Пионерка Севера	141,2	128,4	100	118,5	121,0	100
10	Золотая испанка×Пионерка Севера	—	127,0	100	—	119,4	100
11	Пионерка Севера×Ранняя жемчужина . . .	100	108,5	113,5	100	114,7	114,7

Таблица 3

Урожай молочноспелых початков межсортовых гибридов первого поколения в сравнении с родительскими сортами (1953 год)

№№ п/п.	Варианты скрещивания	Рассадный вариант			Грунтовой вариант		
		♀	F_1	♂	♀	F_1	♂
1	Золотая испанка × Пионерка Севера в обертке ц/га	—	112,2	83,2	—	104,9	74,8
	Процент от стандарта .	—	134,9	100	—	140,3	100
	Кондиционных чистых в ц/га	—	75,8	50,2	—	70,7	47,3
	Процент от стандарта .	—	151,0	100	—	149,6	100
2	Ранняя золотая×Пионерка Севера в обертке ц/га	121,0	98,0	83,2	86,2	103,8	74,8
	Процент от стандарта .	145,5	117,8	100	115,2	138,8	100
	Кондиционных чистых в ц/га	70,4	65,9	50,2	46,5	69,6	47,3
	Процент от стандарта .	140,1	131,2	100	98,3	147,1	100
3	Пионерка Севера×Ранняя золотая в обертке ц/га	83,2	93,3	121,0	74,8	98,9	86,2
	Процент от стандарта .	100	112,2	145,5	100	132,3	115,2
	Кондиционных ц/га . . .	50,2	60,5	70,4	47,3	68,5	46,5
	Процент от стандарта .	100	120,5	140,1	100	144,8	98,3
4	Гибрид 31—32×Пионерка Севера в обертке ц/га	92,6	120,1	83,2	87,7	96,2	74,8
	Процент от стандарта .	111,4	144,4	100	117,2	128,6	100
	Кондиционных ц/га . .	54,3	72,1	50,2	47,9	64,9	47,3
	Процент от стандарта .	108,2	143,6	100	101,4	136,9	100

Продолжение

№№ п/п.	Варианты скрещивания	Рассадный вариант			Грунтовой вариант		
		♀	F_1	♂	♀	F_1	♂
5	Пионерка Севера × гибрид 123 в обертке ц/га	83,2	90,8	108,7	74,8	100,4	82,7
	Процент от стандарта	100	109,2	130,7	100	134,2	110,6
	Кондиционных ц/га	50,2	56,2	66,7	47,3	63,8	50,7
	Процент от стандарта	100	111,9	132,8	100	134,9	107,2
6	Гибрид 123×Пионерка Севера в обертке ц/га	108,7	117,1	83,2	82,7	95,0	74,8
	Процент от стандарта	130,7	140,8	100	110,6	127,1	100
	Кондиционных ц/га	65,7	71,2	50,2	50,7	61,2	47,3
	Процент от стандарта	132,8	141,8	100	107,2	129,5	100
7	Пионерка Севера×Ранняя жемчужина в обертке ц/га	83,2	108,2	109,4	74,8	90,8	47,9
	Процент от стандарта	100	130,2	131,5	100	117,9	64,0
	Кондиционных ц/га	50,2	73,7	65,1	47,3	64,5	33,4
	Процент от стандарта	100	146,9	129,7	100	134,4	70,6

Как видно из таблицы 3, межсортовые гибриды, полученные от скрещивания Пионерки Севера со среднеранними сортами Золотая испанка, Ранняя золотая, гибридом 123, гибридом 31—32 и среднеспелым сортом Жемчужина ранняя, в рассадном варианте опыта значительно превосходили по урожаю початков стандарт Пионерку Севера—на 9,2—44,4%. Лучшие комбинации скрещиваний дали в первом поколении больше початков, чем наиболее продуктивный родительский сорт. Урожай, приведенный к среднему стандарту, равнялся по отдельным гибридам: по початкам в обертке 90,8—120,1 ц/га, а по кондиционным початкам—56,2—75,8 ц/га (у стандарта 83,2 и 50,2 ц/га).

Очень важно отметить, что хотя у некоторых гибридов общий урожай молочноспелых початков был несколько ниже, чем у более продуктивного среднераннего родителя, но зато поступление початков у них наблюдалось значительно раньше, что очень важно с экономической точки зрения. Так, к 12 августа у этой группы гибридов созрело 79,8—95,8 процента всего урожая. Стандарт имел 81,4%, а среднеранние сорта 20,6—27,0%.

В грунтовом посеве те же гибриды во всех случаях превосходили по урожаю молочноспелых початков оба родительских сорта. Превышение над стандартом здесь колебалось: по весу початков в обертке—в пределах 17,9—40,3%, кондиционных—29,5—49,6%. Более высокие показатели по количеству кондиционных початков объясняются тем обстоятельством, что все гибриды имели больший процент товарных (кондиционных) початков.

Урожай при грунтовом посеве был у гибридов достаточно высоким, почти не уступавшим рассадному варианту—90,8—104,9 ц/га початков в обертке и 61,2—70,7 ц/га кондиционных.

Весь урожай по рассматриваемым гибридам, кроме Пионерки Севера×Ранняя жемчужина, созрел одновременно со стандартом к 7 сентября. Невызревшие початки при последней уборке составляли у них не более 6,1%. По среднеспелым же родительским сортам последний сбор был проведен лишь 27 сентября, но и к этому времени доля невызревших початков доходила у них до 17,4%. Что же касается гибрида между Пионеркой Севера и среднеспелым сортом Ранняя жемчужина, то при грунтовом посеве он по срокам созревания значительно уступал предыдущим шести гибридам. По этой причине данную комбинацию скрещивания, очевидно, следует считать мало перспективной для использования при грунтовой культуре.

У всех гибридов средний вес початка был промежуточным между родительскими сортами.

Гибриды между ранними сортами оказались менее перспективными в наших условиях, ввиду недостаточно высокой урожайности. Максимальное превышение над стандартом у них доходило лишь до 22,5%, а средний вес початка был ниже, чем у рассмотренных выше семи гибридов.

Интересно отметить, что гибриды, полученные от прямого и обратного скрещивания Пионерки Севера с сортом Альфа, при выращивании через рассаду отличались большой дружностью созревания молочноспелых початков: на 4 августа было убрано уже 58,1—70,5% всего урожая, а у Пионерки Севера лишь 25,6%.

Семенные початки по проценту усушки, то есть по степени вызреваемости, занимали промежуточное положение между родительскими сортами, но ближе к лучше вызревающему сорту Пионерка Севера. По абсолютному весу зерна гибриды ближе стояли к крупносеменному родителю или же превышали его.

* * *

В результате проведенных нами экспериментальных работ по сахарной кукурузе представляется возможным сделать следующие выводы.

1. Наиболее перспективной в условиях пригородной зоны г. Горького является грунтовая культура сахарной кукурузы как способ, позволяющий получить более дешевую продукцию.

Рассадный метод выращивания может быть рекомендован для получения раннего (в начале августа) урожая молочноспелых початков, годных в пищу, а также (частично) и для лучшего вызревания початков, оставляемых для семенных целей. Для выращивания рассады можно использовать парники, освободившиеся от ранней капусты.

2. Из существующих сортов сахарной кукурузы наиболее пригодным как для грунтового, так и рассадного выращивания следует считать сорт Грибовской станции Пионерку Севера, который за все годы работы давал самый ранний и достаточно высокий урожай.

На тот период, когда Пионерка Севера, выращенная рассадным способом, уже отплодоносила, а поступление ее початков от грунтового посева еще не началось, можно рекомендовать выращивать — пока через рассаду — наиболее скороспелые желтозерные сорта Крымской станции Главконсерва — Раннюю золотую 401 и гибрид 123, созревающие примерно на неделю позднее Пионерки Севера.

3. Наиболее урожайные межсортовые гибриды первого поколения получаются в том случае, когда родительские организмы значительно различаются по своим признакам и свойствам и имеют разное происхождение. Лучшие гибриды получены от скрещивания скороспелого сорта Пионерки Севера со среднеранними сортами Крымской станции — Золотая испанка 149, Ранняя золотая 401, гибрид 123.

При грунтовом посеве указанные межсортовые гибриды первого поколения по скороспелости стоят на уровне родителя Пионерки Севера и в то же время значительно превосходят его по урожаю початков: в обертке — на 14—40,3 процента, кондиционных чистых — на 17,2—49,6 процента.

4. При рассадной культуре лучшие результаты дали межсортовые гибриды первого поколения, полученные от скрещивания Ранней золотой 401 и гибридов 123 и 31—32 с Пионеркой Севера, которая использовалась в качестве отцовского сорта. Эти гибриды по скороспелости стоят на уровне сорта Пионерка Севера и в то же время превышают его по урожаю початков в обертке (на 12,2—44,4 процента).

5. При реципрокных (прямых и обратных) скрещиваниях более скороспелые гибриды получаются в тех случаях, когда в качестве материнского организма используется скороспелый сорт Пионерка Севера.

Результаты проведенной работы говорят о том, что в пригородной зоне г. Горького можно с успехом получать высокие урожаи молочноспелых початков сахарной кукурузы.

Вместе с тем, выращивание сахарной кукурузы будет способствовать и решению задач, поставленных январским Пленумом ЦК КПСС по укреплению кормовой базы для общественного животноводства. Остающаяся в поле после уборки овощной продукции зеленая масса в виде послеурожайных остатков (до 100 ц/га) является прекрасным материалом для приготовления высококачественного силоса.

Е. Ф. Кисина,
кандидат сельскохозяйственных наук

РЕЗУЛЬТАТЫ МЕЖВИДОВОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ КАРТОФЕЛЯ

Народнохозяйственное значение картофеля—кормовой, продовольственной, технической культуры—общеизвестно.

Партия и правительство всегда уделяли и уделяют большое внимание проблеме развития картофелеводства.

Большое значение для повышения урожайности и улучшения качества картофеля имеет сорт. Наши селекционные учреждения за последние годы создали много ценных сортов этой культуры. Но к работе по селекции картофеля предъявляются новые требования: необходимо вывести лучшие устойчивые к раку, фитофторе, заморозкам, колорадскому жуку и т. д. сорта. Их можно успешно создавать путем широкого селекционного использования видового разнообразия диких родичей картофеля, на основе применения мичуринских методов отдаленной гибридизации.

Многолетние опыты показали, что путь получения хозяйственно-ценных межвидовых гибридов очень сложен: многие виды не скрещиваются с культурными сортами, в потомстве доминируют дикарские признаки, часто исчезают ценные признаки „дикаря", из-за которых он брался для скрещивания, и т. д. Метод отдаленной гибридизации недостаточно разработан в применении к картофелю и требует дополнительных исследований и совершенствования.

В нашей работе была поставлена задача выяснить следующие вопросы, относящиеся к отдаленной гибридизации.

1. Влияние возрастных различий „диких" компонентов на формирование межвидовых гибридов.

2. Значение вегетативного сближения, простых и сложных скрещиваний для формирования гибридов.

3. Выяснение условий, способствующих закреплению свойств морозостойкости у высокоурожайных гибридов.

Одновременно с этим намечалось получить хозяйственно-ценные гибриды, перспективные для производства.

Опытная работа проводилась нами в течение 1950—56 гг., первый год—в теплице и на притепличном участке, в последующие—в учебном хозяйстве Горьковского сельскохозяйственного института.

Предшественники, обработка почвы и уход в годы проведения опытов соответствовали агротехническим требованиям культуры картофеля.

В первый год работы было проведено вегетативное сближение путем прививки диких видов на культурные сорта в целях выяснения влияния подвоя на изменчивость разновозрастных привоев и их гибридных поколений.

Привои мы брали и генеративно старые, в течение многих лет размножавшиеся только вегетативным путем, и генеративно молодые, выращенные из семян.

И те и другие привои были использованы в качестве материнских растений для получения половых гибридов.

Для привоев были подобраны дикие виды, обладающие такими свойствами, как морозостойкость, устойчивость к колорадскому жуку и фитофторе, высокая крахмалистость и др.

Мы использовали: С. Демиссум, С. Шрейтери, С. Пунэ и С. Куртилобум.

По видам С. Демиссум, С. Пунэ и С. Куртилобум были взяты растения, выращенные из клубней и из семян, то есть разные по возрасту, а по виду С. Шрейтери — только из семян, ввиду отсутствия клубневого материала.

В качестве подвоев, с помощью которых предполагалось усилить скрещиваемость диких видов с культурными сортами и повлиять на половое потомство привитых растений, мы взяли сорта Юбель и Берлихинген как высокоурожайные, ракоустойчивые, устойчивые к парше, обильно цветущие и дающие фертильную пыльцу.

В соответствии с указанными целями в 1950 году были проведены прививки и скрещивания по следующей схеме:

1) прививки растений, выращенных из клубней, на культурные подвои и скрещенные с этими же культурными подвоями;

2) прививки растений, выращенных из семян, на культурные подвои и скрещенные с этими же культурными подвоями;

3) скрещивание сложных межвидовых гибридов с культурными сортами.

Предполагалось в результате повторных скрещиваний и направленного воспитания межвидовых гибридов получить хозяйственно-ценные формы. Для этого нами были использованы гибриды № 1, № 2 и № 3, присланные Свердловской опытной станцией, и гибрид С. Демиссум из института картофельного хозяйства. По данным станции и института эти гибриды получены в результате вегетативного сближения и сложных скрещиваний, где были использованы морозостойкие виды из группы Акаулеа.

Контролем ко всем вариантам служили дикие формы, выращенные из клубней и из семян, привитые сами на себя и скрещенные с этими же культурными сортами.

Контролем к межвидовым гибридам служили межвидовые гибриды без скрещивания и сорта Юбель и Берлихинген.

Прививки производились тогда, когда растения, предназначенные для подвоев, достигали высоты в 7—8 см, а привои имели по 2—3 настоящих листа.

Прививка применялась в расщеп. Полное срастание в наших опытах происходило на 8—9 день после прививки. После полного срастания мы переносили растения на открытую площадку и прикапывали.

Процент удавшихся прививок в зависимости от комбинации и происхождения привоя можно видеть в следующей таблице (табл. 1).

Из таблицы видно, что прививки на сорт Берлихинген удавались на 100%. Растения, привитые на Юбель, приживались хуже, по-видимому, вследствие большого физиологического несоответствия между подвоем (Юбель) и дикими формами (привоями).

Сохранившиеся привитые растения развивались нормально.

Таблица 1

Процент удавшихся прививок в зависимости от комбинации и происхождения привоя

№№ п/п.	Наименование форм прививок	Процент удавшихся прививок	Процент сохранившихся прививок от числа удавшихся
1	Дикие формы, полученные из семян, привитые на Юбель	90,0	80,0
2	Дикие виды, полученные из семян, привитые на Берлихинген	100,0	76,5
3	Дикие формы, полученные из клубней, привитые на Юбель	77,7	55,5
4	Дикие формы, полученные из клубней, привитые на Берлихинген	100,0	63,0
5	Юбель, привитый на межвидовые гибриды	85,0	70,0
6	Берлихинген, привитый на межвидовые гибриды	84,2	70,0
	Контроль		
1	Дикие виды, привитые сами на себя, выращенные из семян (средн. по всем видам)	75,0	66,6
2	Дикие виды, привитые сами на себя, выращенные из клубней (средн. по всем видам)	40,0	100,0

С появлением первых цветов мы приступили к скрещиванию. Методика и техника применялась обычная, принятая для картофеля. Скрещивание проводилось по мере появления новых цветов, в утренние и вечерние часы, а в пасмурную погоду—в любое время дня.

Цветение большинства прививок было растянутым и продолжалось вплоть до уборки.

Из четырех видов, с которыми проводилась работа, неудачными по результатам скрещивания оказались С. Куртилобум и С. Пунэ. Прививки с С. Куртилобум образовывали бутоны, но сбрасывали их в самой ранней стадии. Поэтому в нормальные сроки скрестить их не удалось. С. Пунэ, привитый растениями из семян и клубней, цвел нормально и обильно, но при всех многочисленных скрещиваниях завязей не образовывал. Очевидно, однократная прививка этого вида на культурные сорта оказала недостаточное влияние в отношении вегетативного сближения.

Ягоды удалось получить лишь у двух видов: С. Демиссум и С. Шрейтери и только в том варианте, где в качестве привоев были взяты растения этих видов, выращенные из семян, то есть генеративно молодые. По-видимому, привои, выращенные из клубней, имеют более консервативную наследственность и трудно сближаются с культурными сортами.

В результате скрещивания сложных межвидовых гибридов без прививки с сортами Берлихинген и Юбель были получены ягоды. В комбинации, где гибрид № 3 скрещивали с Юбелем и Берлихингеном, семян не было.

Уборка ягод производилась 15 сентября и дозаривание их проходило в комнатных условиях.

От многочисленных скрещиваний контролей (дикари, привитые сами на себя) с этими же культурными сортами ягод не завязалось, а от прямых скрещиваний С. Куртилобума с культурными сортами было получено большое количество семян.

При учете урожая выяснилось, что привои, выращенные из клубней, оказали на подвои более сильное влияние, чем растения, полученные из семян. Указанные выше различия сохранились при высадке клубней в 1951 году, что видно из нижеследующей таблицы.

Таблица 2

Данные об урожае клубней по комбинации за 1950—51 гг.

Комбинации прививки	1950 год		1951 год	
	урожайность в среднем на 1 растение		урожайность в среднем на 1 растение	
	в граммах	в %	в граммах	в %
С. Демиссум сем. / Юбель × Юбель	82	100,0	364	100,0
С. Демиссум клуб. / Юбель × Юбель	3	3,6	клубни не завязались	
С. Куртилобум клуб. / Юбель × Юбель	33	100,0	233	100,0
С. Куртилобум клуб. / Юбель × Юбель	21	63,6	350	150,2
С. Куртилобум сем. / Берлихинген × Берлихинген	138,7	100,0	193	100,0
С. Куртилобум клуб. / Берлихинген × Берлихинген	26,2	18,9	171	88,6
С. Пунэ сем. / Юбель × Юбель	41,4	100,0	10	100,0
С. Пунэ клуб. / Юбель × Юбель	37,5	90,6	2	20,0
С. Пунэ сем. / Берлихинген × Берлихинген	62	100,0	80	100,0
С. Пунэ клуб. / Берлихинген × Берлихинген	4,7	7,6	12	15,0

Если взять урожай прививки, где привоем было генеративно молодое растение (выращенное из семян), за 100%, то привитые растения той же комбинации, но с привоем, полученным из клубней, дали во всех случаях меньший урожай.

Для работы в 1951 году мы располагали семенами от указанных выше комбинаций и клубнями, полученными от всех прививок.

Гибридные семена мы посеяли в ящики в теплице. Сеянцы распикировали в парники. Рассаду высадили в грунт вместе с контрольными растениями. Посадка в грунт проводилась по комбинациям, многорядковыми делянками, по 10 растений в каждом рядке.

Клубни высаживали также по 10 растений с соответствующим контролем.

На протяжении всего вегетационного периода вели наблюдения за ростом, развитием и заболеваемостью гибридов. В период массового цветения произвели описание их, обращая главное внимание на габитус куста (по этому признаку резко различаются между собой культурные сорта и дикие виды).

По габитусу куста были выделены гибриды трех типов: стеблевой, полустеблевой и розеточный (табл. 3).

Как видно из таблицы, в комбинации $\frac{\text{С. Демиссум сем.}}{\text{Юбель}}$ × Юбель больше было стеблевых (42,9%) и промежуточных форм (40,5%). По комбинации $\frac{\text{С. Шрейтери сем.}}{\text{Юбель}}$ × Юбель и $\frac{\text{С. Шрейтери сем.}}{\text{Берлихинген}}$ × Бер-

Таблица 3

Изменение формы куста в зависимости от прививок и скрещивания

Комбинации	Количество растений	Стеблевой		Полустеблевой		Розеточный	
		количество	%	количество	%	количество	%
С. Демиссум сем. / Берлихинген × Берлихинген	228	23	10,1	7	3,1	198	86,8
С. Демиссум сем. / Юбель × Юбель . . .	42	18	42,9	17	40,5	7	16,6
С. Шрейтери сем. / Берлихинген × Берлихинген	532	3	0,6	1	0,2	528	99,2
С. Шрейтери сем. / Юбель × Юбель . . .	759	1	0,13	1	0,13	757	99,74

лихинген преобладали кусты розеточной формы, свойственной С. Шрейтери.

Все контрольные растения дали розеточную форму.

По влиянию на клубнеобразование результат получился иным.

Таблица 4 показывает, что только 10,5% сеянцев имели клубни. Процент клубнеобразования гибридов был выше в тех комбинациях,

Таблица 4

Клубнеобразование гибридов разного происхождения

Комбинации	Количество всех растений	Количество растений, завязавших клубни	Процент растений, завязавших клубни
С. Демиссум сем. / Берлихинген × Берлихинген	228	30	13,2
С. Демиссум сем. / Юбель × Юбель	42	19	45,2
С. Шрейтери сем. / Берлихинген × Берлихинген	532	42	7,9
С. Шрейтери сем. / Юбель × Юбель	759	73	9,6
Итого всех комбинаций	1561	164	10,5
Контроли			
С. Демиссум сем. / С. Демиссум сем. × Юбель		—	—
С. Демиссум сем. / С. Демиссум сем. × Берлихинген		—	—
С. Шрейтери сем. / С. Шрейтери сем. × Юбель		—	—
С. Шрейтери сем. / С. Шрейтери сем. × Берлихинген		—	—

где в качестве подвоя и отцовского растения использован сорт Юбель. Контроли (дикари из семян) совсем не завязали клубней.

Гибриды от сложных скрещиваний дали другие результаты.

Клубнеобразования у гибридов разного происхождения

Таблица 5

Комбинации	Количество всех растений	Количество растений, завязавших клубни	Процент растений, завязавших клубни
№ 1×Берлихинген	185	182	98,4
№ 2×Берлихинген	7	7	100,0
Гибрид С. Демиссум×Берлихинген	42	41	97,5
С. Куртилобум×Юбель	50	48	96,0
Всего по комбинациям	284	278	97,9

В обычных условиях эти гибриды всегда образовывали клубни. При скрещивании же выделился ряд гибридов, не завязавших клубней.

Сопоставление по урожайности показывает, что гибриды сложных скрещиваний резко отличаются повышенными урожаями от гибридов, полученных путем непосредственных скрещиваний диких видов с культурными сортами, даже при применении вегетативного сближения.

В таблице 6 показана урожайность по комбинациям.

Таблица 6

Урожайность гибридов, полученных от скрещивания привитых диких видов с культурными сортами и от сложных скрещиваний в 1951 году

Комбинации	Урожайность									
	до 99 г		от 100 до 299 г		от 300 до 499 г		от 500 до 999 г		от 1000 до 1499 г	
	к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%
Урожайность гибридов, полученных от скрещивания диких видов с культурными сортами										
С. Демиссум сем. / Берлихинген × Берлихинген	19	63,4	7	23,3	4	13,3	—	—	—	—
С. Шрейтери сем. / Берлихинген × Берлихинген	42	95,5	2	4,5	—	—	—	—	—	—
С. Демиссум сем. / Юбель × Юбель	18	94,7	1	5,3	—	—	—	—	—	—
С. Шрейтери сем. / Юбель × Юбель	72	98,6	—	—	—	—	1	1,14	—	—
Урожайность гибридов, полученных от сложных скрещиваний										
№ 1 × Берлихинген	50	27,5	61	33,5	44	24,2	27	14,8	—	—
№ 2 × Берлихинген	1	14,3	4	57,1	1	14,3	—	—	1	14,3
Гиб. С. Демиссум×Берлихинген	7	17,1	26	63,4	8	19,5	—	—	—	—
Урожайность гибридов от прямых скрещиваний										
С. Куртилобум×Юбель	20	41,7	16	33,3	10	20,8	2	4,2	—	—

Данные таблицы 6 говорят о том, что от сложных скрещиваний наиболее урожайными оказались растения комбинации № 1 × Берлихинген.

Учет повреждения гибридов заморозками проводился путем осмотра каждого куста. Сила заморозка учитывалась и проверялась минимальным термометром (см. таблицу 7).

Из таблицы видим, что почти все гибриды комбинаций $\frac{\text{С. Шрейтери сем.}}{\text{Юбель}}$ × Юбель, $\frac{\text{С. Шрейтери сем.}}{\text{Берлихинген}}$ × Берлихинген выдержали понижение температуры до —4° С. Однако в хозяйственном отношении эти гибриды малоценны.

Гибриды комбинаций $\frac{\text{С. Демиссум сем.}}{\text{Берлихинген}}$ × Берлихинген и $\frac{\text{С. Демиссум сем.}}{\text{Юбель}}$ × Юбель выдержали заморозок: до —1,5°С—100%, до —2°С—90%, до —3°С—79,3%, до —4°С—58,6%. Но в хозяйственном отношении и эти гибриды оказались также малоценными.

Ряд растений комбинации № 1 × Берлихинген — 1587, 1610, 1669, 1673, 1697, 1701 — при заморозке —4°С были повреждены очень незначительно; некоторые из них дали по 0,5 кг клубней с куста. Отдельные сеянцы, дав много клубней, вынесли понижение температуры всего до —1,5—2° С. Например, у № 1687 урожай был 1090 г, у № 1726—825 г, № 1647—769, № 1721—733 г. и т. д.

Учитывая то обстоятельство, что урожайность сеянцев 1-го года не характерна и что по ней нельзя судить о их достоинствах, мы основную оценку нашего гибридного материала провели в последующие годы, выращивая гибриды в нормальных полевых условиях из клубней. С этой целью клубни сеянцев 2-го года были высажены раздельно рядками. Число растений в рядке определялось количеством клубней по каждому гибриду (площадь питания 70×35 см, селекционный питомник).

В целях направленного воспитания часть клубней гибридов, показавших себя морозостойкими, в 1951 году посадили отдельно в следующих вариантах:

а) Вариант I—ранняя посадка—25 апреля. Предполагалось, что клубни, находясь длительное время в холодной почве, под действием пониженных температур будут развивать свойство морозостойкости.

б) Вариант II—направленное воспитание на морозостойкость путем применения фосфорно-калийного удобрения. Фосфор и калий вносили перед посадкой в лунки из расчета 20 г фосфора и 20 г калия на куст.

в) Вариант III—длительное выдерживание проросших клубней при температуре около 0° С. Клубни перед закладкой на охлаждение были прояровизированы до образования ростков. Выдерживание при нулевой температуре проведено в течение месяца. Высадка в поле—14 июня. Цель этого варианта та же, что и предыдущего.

Перед бутонизацией растения были подкормлены теми же элементами и из того же расчета. Посадка—17 мая.

В качестве контроля для всех вариантов опыта служили обычно посаженные 17 мая те же гибриды на том же участке.

Кроме этого, вторично были высеяны семена, оставленные от прошлого года, для сравнения поведения сеянцев одних и тех же комбинаций в условиях разных лет.

Учитывая особенную хозяйственную ценность скороспелых форм, мы в этом году произвели пробную копку кустов. Первую пробу взяли 15 июля, вторую—8 августа, по 3 куста. Пробы показали, что у большинства гибридов скороспелого типа вес ботвы 8 августа был меньше, чем 15 июля, то есть началось отмирание ботвы.

Таблица 7

Устойчивость ботвы картофеля к отрицательным температурам (в баллах)

Комбинации	—1,5°C								—2°C								—3°C								—4°C							
	0		1		2		3		0		1		2		3		0		1		2		3		0		1		2		3	
	К-ВО	%	К-ВО	%	К-ВО	%	К-ВО	%	К-ВО	%	К-ВО	%	К-ВО	%	К-ВО	%	К-ВО	%	К-ВО	%	К-ВО	%	К-ВО	%	К-ВО	%	К-ВО	%	К-ВО	%	К-ВО	%
Гибриды от скрещивания диких видов с культурными сортами																																
С. Демиссум сем.	30	100,0	—	—	—	—	—	—	27	90,0	3	10,0	—	—	—	—	23	79,3	6	20,7	—	—	—	—	17	58,6	7	24,2	5	17,2	—	—
Берлихинген × Берлихинген С. Демиссум сем.	16	84,2	3	15,8	—	—	—	—	13	68,4	6	31,6	—	—	—	—	6	35,8	9	53,0	2	11,7	—	—	5	29,4	5	29,4	7	41,2	—	—
Юбель × Юбель С. Шрейтери	44	100,0	—	—	—	—	—	—	44	100,0	—	—	—	—	—	—	44	100,0	—	—	—	—	—	—	44	100,0	—	—	—	—	—	—
Берлихинген × Берлихинген С. Шрейтери	73	100,0	—	—	—	—	—	—	72	98,6	1	1,4	—	—	—	—	72	98,6	1	1,4	—	—	—	—	72	98,6	—	—	1	1,4	—	—
Юбель × Юбель																																
Гибриды от сложных скрещиваний																																
№ 1 × Берлихинген	66	41,2	63	39,9	29	18,3	—	—	37	23,4	56	35,5	45	28,5	20	12,6	1	0,7	26	16,5	76	48,0	55	34,8	1	0,7	8	5,0	68	43,0	81	51,3
№ 2 × Берлихинген	3	43,0	2	28,5	2	28,5	—	—	1	14,25	3	43,0	1	14,25	2	28,5	—	—	—	—	3	43,0	4	57,0	—	—	—	—	3	43,0	4	57,0
С. Демиссум гиб. × Берлихинген	19	54,4	8	22,8	8	22,8	—	—	11	31,4	14	40,0	7	20,0	3	3,6	—	—	7	20,0	16	45,7	12	34,3	—	—	2	5,7	16	45,7	17	48,6
Гибриды от прямых скрещиваний																																
С. Куртилобум × Юбель	28	58,4	16	33,3	4	3,3	—	—	17	35,4	21	43,7	7	14,6	3	6,3	—	—	4	8,3	24	50,0	20	41,7	—	—	—	—	19	39,6	29	60,4

Примечание. 1. Стандарты гибриды № 1 и № 2 и все культурные сорта были полностью повреждены при температуре до —1,5°C.

2. В комбинациях $\frac{\text{С. Демиссум сем.}}{\text{Берлихинген}}$ × Берлихинген и $\frac{\text{С. Демиссум сем.}}{\text{Юбель}}$ × Юбель уменьшилось число гибридов вследствие того, что некоторые растения были сломаны и не выдержали заморозков.

Таблица 8

Данные учета урожайности 1952 года

Комбинации	Урожайность											
	до 300 г		300—500		500—1000		1000—1500		1500—2000		2000—2500	
	к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%	к-во	%
Гибриды от скрещивания диких видов с культурными сортами												
С. Демиссум сем. / Берлихинген × Берлихинген	17	89,48	1	5,26	1	5,26	—	—	—	—	—	—
С. Шрейтери сем. / Берлихинген × Берлихинген	1	50,0	—	—	1	50,0	—	—	—	—	—	—
С. Демиссум сем. / Юбель × Юбель	10	62,5	5	31,25	1	6,25	—	—	—	—	—	—
С. Шрейтери сем. / Юбель × Юбель	—	—	—	—	—	—	1	100,0	—	—	—	—
Гибриды от сложных скрещиваний												
№ 1 × Берлихинген	15	9,68	13	8,39	73	47,09	44	28,39	10	6,45	—	—
№ 2 × Берлихинген	—	—	—	—	5	71,43	2	28,57	—	—	—	—
Гибрид С. Демиссум × Берлихинген	2	5.71	7	20,0	17	48,57	8	22,86	1	2,86	—	—
Гибриды от прямых скрещиваний												
С. Куртилобум × Юбель	11	25,0	3	6,82	25	56,82	3	6,82	1	2,27	1	2,27

Это свидетельствовало о начавшейся физиологической зрелости данных растений. Но встречались и такие гибриды (например, № 1723, № 1726), у которых в ранний срок копки обнаружился сравнительно высокий урожай клубней и вес ботвы не уменьшался. Этот тип гибридов можно отнести к среднеспелым или даже к позднеспелым, но обладающим ранним клубнеобразованием.

Конечную уборку провели в два приема в сентябре. Были убраны гибриды в общем питомнике, но часть растений оставили для проверки на морозостойкость, так как в период выкопки заморозков не было.

По результатам уборки (см. таблицу 8) можно видеть, что как и в предыдущем году, лучший урожай дали сложные гибриды, полученные от скрещивания межвидовых гибридов с сортом Берлихинген. Из них около 35% дали 1,5—2 кг с одного куста. Прямые скрещивания С. Куртилобум с Юбилем также дали значительное количество высокоурожайных гибридов (у почти 10% растений урожай—от 1,5 до 2,5 кг). Гибриды, полученные от скрещивания с применением вегетативного сближения, по урожайности оказались значительно хуже, чем гибриды от сложных скрещиваний: лишь единичные растения дали 0,5—1 кг клубней.

В целях получения большого урожая, при уборке был проведен отбор клонов внутри гибридов по признакам высокой урожайности клубней, выравненности их и отсутствию заболеваний. Наиболее ценные клоны отобраны на гибридах комбинации № 1×Берлихинген: их урожай от 1 до 4 кг на куст. В пределах каждого гибрида имелись клоны, урожайность которых превышала в 2—3 раза среднюю урожайность данных гибридов.

Как указывалось выше, в целях закрепления морозостойкости мы применяли три варианта воспитания. В первом варианте из всех гибридов заморозком в—5° С не был поврежден лишь один гибрид комбинации № 1×Берлихинген. Урожай его составил 806 г. Во втором и третьем вариантах понижение температуры выдержали два гибрида: в комбинации $\frac{\text{С. Демиссум сем.}}{\text{Берлихинген}}$×Берлихинген (№ 24) и комбинации № 1×Берлихинген (№ 1567).

В контроле заморозок в —5° С погубили все растения.

Результаты выращивания сеянцев 1-го года (из семян, оставленных от прошлого года) показаны в таблице 9.

Таблица 9

Сравнительный урожай гибридов, выращенных из семян за 1951—52 гг.

Комбинации	Средний урожай сеянцев, выращенных из семян в 1951 г., в г на 1 куст	Средний урожай клубней в 1952 г. (1 клубн. потомство), в г на 1 куст	Средний урожай сеянцев, выращенных из семян в 1952 г., в г на 1 куст	Средний урожай клубней в 1953 г. (1 клубн. потомство), в г на 1 куст
Гибрид № 1 × Берлихинген . . .	272	917	814	736
Гибрид № 2 × Берлихинген . . .	353	910	753	771
Гибрид С. Демиссум×Берлихинген	218	744	647	816
С. Куртилобум×Юбель	192	692	—	—

Приведенные данные показывают, что условия года сильно влияют на продуктивность гибридов первого и второго года жизни. Сеянцы, давшие в 1951 году резко пониженные урожаи, при клубневом размножении в 1952 году оказались самыми урожайными. Противопо-

ложная картина наблюдалась у сеянцев 1952 года. Это объясняется, видимо, особой чувствительностью молодых гибридных растений к условиям их выращивания, которые по годам резко колеблются.

В 1953—1954 гг. главное внимание было уделено оценке гибридов по хозяйственным признакам и выделению наиболее ценных из них.

В поведении гибридов по фенофазам при сравнении их со стандартами, резких различий не наблюдалось. Правда, в пределах комбинации № 1×Берлихинген некоторые растения взошли на 16 день после посадки, а отдельные—даже на 28-й день.

Самыми устойчивыми к заболеваниям оказались гибриды № 1738 и № 1687.

Проведенный клоновый отбор на гибридах разных комбинаций показал значительное снижение заболеваний. Если там, где были посажены клубни без отбора (комбинация № 1×Берлихинген), средний процент заболеваний выражался в 23,7, то при посадке отобранными клубнями он снизился до 7,2.

По данным летних проб выяснилось, что гибриды комбинации № 2×Берлихинген резко выделялись своей скороспелостью: урожай их на 1/VIII был выше стандарта на 21,4%.

Гибриды комбинации № 1×Берлихинген по скороспелости в среднем оказались близкими к стандарту. Но отдельные растения этой комбинации были очень скороспелыми: урожай их в день взятия пробы был выше стандарта на 40—60% (№№ 1565, 1689, 1723 и др.).

Из четырех гибридов по летним пробам выделился гибрид № 1738: его урожай был выше урожая стандарта (сорт Эпрон) на 26%.

Наибольший конечный урожай получен от гибридов комбинации № 2 × Берлихинген. Гибриды других комбинаций в среднем оказались менее урожайными. Но лучшей по конечному урожаю надо считать комбинацию № 1×Берлихинген: наибольшее количество гибридов было отобрано уже в качестве высокоурожайных.

По результатам учета конечного урожая (см. таблицу 10) можно видеть, что гибриды № 1687 и 1796 оказались выше стандарта сорта Лорх по всем годам испытания.

Таким образом, приведенные данные показывают, что сложные гибриды, происходящие от дикого вида и нескольких культурных сортов, оказались по урожайности и по крахмалистости довольно перспективными, а некоторые из них—даже выше лучших районированных сортов.

Применявшийся нами отбор для улучшения гибридов резко повысил их урожайность. Гибриды, посаженные клубнями без отбора, дали урожай на 17 % ниже, чем сорт Лорх. Гибриды, высаженные клубнями отобранных клонов этих же номеров, были на 25 % урожайнее по сравнению с сортом Лорх.

В питомнике сеянцев 2-го года, так же как и в предыдущие годы, выделено значительное количество урожайных растений по комбинациям.

В 1954 году мы ставили задачей проверить хозяйственно-ценные гибриды, выявившиеся в результате работы за предыдущие годы. Мы хотели их оценить по всем показателям, важным для производства, а именно: по урожайности, крахмалистости, отношению к болезням, вырождению и др.

Для решения этой задачи мы высадили на опытном поле кафедры лучшие клоны, полученные в результате многократного отбора от лучших межвидовых гибридов, при применении соответствующего направленного воспитания. Скороспелость, так же как и прежде, определяли путем взятия летних проб. Они показали, что гибриды комбинации № 1 × Берлихинген были лучшими по накоплению урожая. Отдельные растения этой комбинации дали превышение по

урожайности против сорта Эпрон на 130 и более процентов (например, №№ 1565, 1701, 1721, 1726 и др.).

В основном сортоиспытании в день взятия проб выделился № 1687, урожай которого был на 50% выше по сравнению с урожаем сорта Эпрон.

Конечную уборку произвели с 18 по 23 сентября.

Гибриды всех комбинаций в среднем дали больше клубней, чем стандарт Берлихинген. Отдельные номера оказались высокоурожайными — например, №№ 1701, 1726, 1721. Из них № 1701 имел 17,9 % крахмала, а № 1926—17,4%.

К сожалению, в 1954 году нам не пришлось провести проверки на морозостойкость из-за позднего наступления заморозков. Однако на основании наблюдений, проведенных в предыдущие годы, можно предполагать, что №№ 1701, 1721, 1726, 1738, 1687 и другие, безусловно, обладают повышенной морозостойкостью (в пределах — 2—3°С).

Лучшие гибриды были посланы для исследования на ракоустойчивость. № 1687 прошел государственное испытание на ракоустойчивость и включен в список ракоустойчивых сортов. В настоящее время гибрид передан в государственное сортоиспытание.

Подытоживая выше изложенное, можно сделать следующие выводы:

1. Метод отдаленной гибридизации имеет очень большое значение в селекции картофеля для создания хозяйственно-ценных сортов, обладающих такими свойствами, как морозостойкость, устойчивость к болезням и т. д.

2. Отдаленную гибридизацию нельзя представлять упрощенно — в виде прямых скрещиваний. Все имеющиеся данные по этому вопросу и результаты наших исследований показывают, что при о даленной гибридизации должны сочетаться половая гибридация, вегетативное сближение и направленное воспитание.

3. Полученные таким методом гибриды, как правило, еще не обладают хорошими хозяйственными свойствами. Наши опыты показывают, что такие гибриды необходимо скрещивать с культурными сортами, в результате чего выщепляется большое количество хозяйственно-ценных форм. Другими словами, требуются сложные скрещивания.

4. Исходным началом в методике сложных скрещиваний должно быть вегетативное сближение (через прививку тех компонентов, которые намечено скрещивать) и затем скрещивание привоя с тем сортом, который взят в качестве подвоя.

5. Учитывая большую степень консерватизма наследственности диких форм картофеля, целесообразно для привоев брать растения не клубневой, а семенной продукции (генеративно молодые).

6. Результаты прививок и скрещиваний в значительной степени зависят от культурного компонента. В наших опытах сорт Берлихинген оказался лучшим компонентом по сравнению с сортом Юбелем. Прививки на сорт Берлихинген диких видов (С. Демиссум, С. Шрейтери и др.) удавались лучше. Скрещивание диких привоев с указанным сортом давало более хорошо развитые ягоды с большим количеством семян.

7. При сочетании вегетативного сближения с половой гибридизацией, где в качестве одного компонента берутся дикие морозостойкие формы, получается больший процент морозостойких, но мало перспективных по хозяйственным качествам гибридов. При дальнейшем скрещивании этих гибридов с культурными сортами, количество морозостойких растений резко сокращается, а количество хозяйственно-ценных (урожайных, с хорошей формой куста и т. д.),

Таблица 1

Лучшие перспективные гибриды, выведенные и полученные методом межвидовой гибридизации

№№ гибридов	Происхождение	Средний урожай в ц/га						В % к стандарту сорта Лорх						Процент крахмалистости				
		1952 г.	1953 г.	1954 г.	1955 г.	1956 г.	средн. за 5 лет	1953 г.	1954 г.	1955 г.	1956 г.	средн. за 4 года	1953 г.	1954 г.	1955 г.	1956 г.	средн. за 4 года
1687	Сложный межвидовой гибрид × Берлихинген	436	433,4	412,1	237,8	322,3	368,5	104,9	161,6	111,0	146,5	131,1	17,5	18,4	20,2	19,9	19,0
1701	„	370,4	449,0	570,0	169,5	234,0	358,6	131,3	223,9	79,4	123,0	139,4	—	17,9	19,8	19,7	19,1
1721	„	713,0	456,0	344,3	201,1	163,0	375,4	133,3	135,0	94,2	86,0	112,1	—	15,8	20,3	20,0	18,7
1726	„	704,0	708,0	406,2	221,3	308,0	469,5	207,1	159,3	103,7	110,0	145,0	—	17,4	20,6	19,8	19,3
1738	„	718,0	422,3	371,2	209,3	285,6	401,3	102,3	145,5	98,1	129,8	118,9	17,7	18,9	21,6	18,9	19,2

наоборот, возрастает. Гибриды такого происхождения могут служить хорошим материалом для выделения перспективных сортов, сочетающих высокие хозяйственные качества с морозостойкостью.

8. Из работ некоторых научно-исследовательских учреждений (ВИР, институт картофельного хозяйства) известно, что свойства морозостойкости, присущие тому или иному межвидовому гибриду, в клубневых поколениях слабеют и исчезают. В наших опытах этот факт подтвердился.

9. Применявшиеся нами методы повышали морозостойкость, но зато дали некоторое ухудшение других свойств (урожай, заболевание и др.). Это говорит о том, что требуется дальнейшая работа в данном направлении.

10. Условия выращивания сеянцев 1-го года, безуловно, влияют на формирование гибридов. В наших опытах семена одного и того же происхождения, высеянные в разные годы, дали резко различный урожай, что объясняется разными условиями агротехники, погоды и пр.

Различия в урожайности сеянцев 1-го года не дают закономерных различий в урожайности последующих поколений. Следовательно, оценку на урожай гибридов следует проводить не по сеянцам 1-го года, а по первому их клубневому потомству.

11. В наших опытах установлены очень большие различия в урожайности отдельных кустов. Максимальный и минимальный урожай достигает 2—5-кратных размеров. Проведение клонового отбора на молодых гибридах по признаку высокой урожайности показало, что выделенные клоны в последующем клубневом поколении сохраняют это свое качество. Они довольно резко отличаются по этому признаку от среднего показателя тех гибридов, из которых они отобраны.

В результате работы выделены следующие перспективные гибриды: №№ 1687, 1701, 1738 и другие.

В заключение приводим полную характеристику указанных здесь гибридов за все годы их испытания на кафедральном опытном поле (см. таблицу 10).

В. Д. Панников,
доктор сельскохозяйственных наук

КРАТКОЕ СООБЩЕНИЕ ПО ИТОГАМ ИЗУЧЕНИЯ ГЕНЕЗИСА ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЧВ

Лесостепными почвами занята целая зона, которая в Европейской части нашей страны простирается в виде узкой полосы с юго-запада на северо-восток, начиная с Советско-Румынской границы и кончая Кунгурской лесостепью. В Азиатской части она расположена в отдельных, иногда довольно значительных географических районах. Несомненно, лесостепные почвы имеют очень важное значение как в сельскохозяйственном производстве, так и в лесном хозяйстве. Это и побудило нас сделать небольшое сообщение по вопросу об их происхождении.

Как известно, основным качеством почвы является ее плодородие, развитие которого во многом определяется биологическими процессами, причем чем интенсивнее и энергичнее протекают биологические процессы, в частности жизнедеятельность корней растений и микроорганизмов, тем выше становится плодородие. Почва—это живая, развивающаяся среда. Вне жизни нет почвы и ее плодородия. Важнейшими же показателями плодородия, помимо высоты урожая, служат структурное состояние почвы, количество и качество перегноя. Положив в основу эти два важных показателя и изучив с этой точки зрения почвенный покров лесостепной зоны, мы пришли к выводу, что *лесостепные почвы возникли в результате изменения слабоподзолистых почв под влиянием нарастания дернового процесса и что конкретная природная обстановка лесостепи и особенно степи исключает возможность так называемой деградации черноземов под влиянием лиственных лесов.*

Для подтверждения высказанного вывода приведем результаты личных многолетних исследований, а также факты, опубликованные в свое время в специальной литературе.

Материальной основой развития почвы и жизни в ней являются материнские породы. С характеристики этих пород мы и начнем.

На бóльшей части лесостепи почвообразующие породы хотя и являются по своему происхождению различными, но они имеют много общих свойств, среди которых, прежде всего, нужно назвать довольно однородный суглинистый и глинистый механический состав.

Проведенные нами анализы материнских пород, взятых из различных пунктов лесостепи, дали процент физической глины в сред-

нем 40—65 и только в сельском районе Уфы количество физической глины в материнской породе достигает наибольшей величины—83%. Валовой анализ многочисленных материнских пород лесостепных почв также свидетельствует о более или менее однородном химическом составе. И, наконец, среди материнских пород лесостепных почв имеют широкое распространение карбонатные породы. Такой характер материнских пород создал материальные условия для развития биологии по накоплению перегноя и образования прочной структуры верхних горизонтов лесостепных почв под пологом лиственных лесов.

С. И. Коржинский и большинство его последователей, доказывая тезис о деградации черноземов, обычно ссылаются на то, что лес, поселившись на черноземе, неизбежно вызывает разрушение структуры и перегноя. Но фактического материала в подтверждение этого грозного вывода не приводилось. Для сбора такого фактического материала нами и были предприняты исследования лесостепных почв в 1938—40 гг. и 1946—1952 гг. по всей лесостепной зоне—от румынской границы до Кунгурской лесостепи.

В целях изучения структуры лесостепных почв нами брались почвенные образцы обычным методом из разрезов под лиственными лесами и для сравнения—из разрезов на пахотных почвах, рядом расположенных с соответствующими лесными участками. При этом по возможности выбирались участки под лесом и на пашне, примерно одинаковые по рельефу и с почвами, имеющими более или менее одинаковый механический состав и расположенными на однотипных материнских породах. Определение прочности структурных агрегатов в почвенных образцах проводилось по методу Саввинова.

Эти исследования, опубликованные нами в печати[1], вполне убедительно показывают, что под лиственным лесом первый горизонт лесостепных почв отличается наличием водопрочной структуры, процент водопрочных агрегатов колеблется в пределах 70—85, а в отдельных случаях доходит до 90—95 и больше. По своему качеству структура верхних горизонтов под лиственным лесом не уступает структуре целинных черноземов.

Лиственный лес не только улучшает структуру, но и накапливает перегной, углерод, азот, улучшает пищевой режим. Эта закономерность нами обнаружена во всех пунктах лесостепной зоны. Наши многочисленные определения запасов перегноя показали, что—при равных условиях—под лиственным лесом его больше, чем на пашне.[2]

Запасы перегноя в метровом слое светло-серых лесостепных почв, по нашим определениям, колеблются от 107 до 130 т/га, для серых—от 118 до 190 т/га, для темно-серых—от 190 до 396 т/га. Максимальное количество перегноя в метровом слое наблюдается в средней полосе лесостепной зоны—в областях Курской, Орловской, Рязанской, Тульской и др. Запасы перегноя в лесостепных почвах под лиственным лесом, как правило, выше, чем на пахотных почвах (по определению в парных разрезах). Так, например, для района Жмеринки запас перегноя под лиственным лесом по сравнению с пахотными почвами в метровом слое оказался больше на 93 т/га, в 20-см слое—на 63 т/га; для дер. Молевка, Тульской области, соответственно больше на 62 т/га и на 47 т/га; для дер. Тургенево, Тульской области—на 100 т/га и на 41 т/га; для Рязанского района—на 69 т/га

---

[1] В. Д. Панников—Обработка почв, Горьк. книжное издательство, 1953.

В. Д. Панников— Некоторые данные по структурному состоянию лесостепных почв под лиственным лесом. Труды ГСХИ, том VII, вып. I, 1955.

[2] В. Д. Панников—Количественное содержание перегноя в лесостепных почвах и черноземах. Труды ГСХИ, том VII, вып. I, 1955.

и на 13 т/га; для дер. Черкасс, Башкирской АССР—на 94 т/га и 13 т/га и т. д.

Под лиственным лесом наблюдается значительно больше запасов углерода и азота, чем на пашне.

Для подтверждения правильности положения о том, что лиственный лес в условиях лесостепи не только не разрушает перегной, а наоборот, накапливает его, можно привести и такие наблюдения. С целью изучения изменений в количестве перегноя в почвах за последние 70 лет, в 1950 году мы посетили все пункты маршрута Докучаева В. В., приведенные в его книге „Русский чернозем", и отобрали необходимые почвенные образцы для химических анализов. В том числе были взяты почвенные образцы в трех пунктах, которые со времен исследований В. В. Докучаева оставались непрерывно под лиственным лесом.

Химические анализы показали, что с 1883 года по 1950 год под лиственным лесом проходил процесс накопления перегноя. Так, по Бутурлинскому лесу Горьковской области произошло увеличение перегноя в среднем на 1,76%, а по Погореловскому—на 2,67%. Все эти данные подтверждают нашу мысль, что лиственные леса обогащают почву перегноем, биологически важными веществами, *то есть не ухудшают, а улучшают плодородие почв.* А отсюда вполне понятно, что *лесостепные почвы нельзя рассматривать, как продукт деградации черноземов под влиянием „наступивших лесов на степь".*

Следует отметить, что за последнее время наши исследования по накоплению перегноя и по оструктуривающему влиянию широколиственных лесов получили подтверждение в работах Н. П. Ремезова, А. Ф. Тюлина, С. В. Зонна и др.

Для выяснения эволюции лесостепных почв представляет интерес их механический состав. По данным различных исследователей мы знаем, что характеристика механического состава лесостепных почв по генетическим горизонтам занимает среднее положение между дерново-подзолистыми и черноземными почвами, причем во всех случаях верхние горизонты относительно обеднены илистой фракцией—в этом отношении они как бы напоминают слабоподзолистые почвы. Если допустить образование лесостепных почв в результате деградации черноземов, то мы должны были бы иметь более выравненный механический состав по генетическим горизонтам, так как процесс формирования механического состава по генетическим горизонтам весьма медленный и, несомненно, отстает от динамики перегноя. Но мы имеем такие лесостепные почвы, которые по количеству перегноя довольно близко подходят к черноземам, а по характеристике механического состава профиль их напоминает слабоподзолистые почвы. Ясно, что такой механический состав профиля этих почв есть, по существу, „остаток" ранее совершавшегося слабоподзолистого процесса. О том же говорят результаты валовых анализов, полученные нами и другими исследователями. Среди почвенных разностей лесостепных почв на алюмо-силикатной морене наблюдаются такие, у которых вынос полуторных окислов кальция и магния даже выше, чем у слабоподзолистых почв. Профиль таких почв по содержанию основных химических веществ напоминает типичную дерново-подзолистую почву. Однако в большинстве случаев содержание полуторных окислов кальция, магния и других химических элементов по профилю лесостепных почв занимает среднее положение между черноземными и дерново-подзолистыми почвами. Валовые анализы также подтверждают положение, что лесостепные почвы несут в себе остатки бывших подзолистых почв в виде сильно дифференцированного профиля, обусловленного более медленным процессом, чем, например, процесс накопления или разрушения перегноя.

Большой вынос полуторных окислов кальция и магния есть остаток подзолистого процесса, а увеличение перегноя и биогенных элементов по сравнению с подзолистыми почвами есть результат нарастания дернового процесса. Ту же мысль подтверждает анализ поглощенных катионов в лесостепных почвах.

Для общего представления о количественном распределении поглощенных оснований (Ca и Mg) и поглощенного водорода по генетическим горизонтам основных групп лесостепных почв на пашне и под лиственными лесами, а также о степени насыщенности основаниями и реакции нами произведена обработка полученного аналитического материала со всей лесостепной зоны и вычислены средние так называемые агрохимические показатели для светло-серых, серых, темно-серых лесостепных почв на пашне и под лиственным лесом по генетическим горизонтам. Эти средние данные показывают, что между основными группами лесостепных почв на пашне и под лиственными лесами наблюдается *довольно устойчивое различие по перегною, сумме поглощенных оснований, гидролитической кислотности, степени насыщенности основаниями, емкости поглощения и реакции.*

По количеству перегноя в верхнем горизонте показатели следующие: для светло-серых лесостепных на пашне перегноя 2,07 проц., под лиственными лесами — 2,97 проц., увеличение на 0,9 проц.; для серых на пашне — 3,02 проц., под лиственными лесами — 4,81 проц., увеличение на 1,79 проц; для темно-серых на пашне—5,04 проц., под лиственными лесами—6,47 проц., увеличение на 1,43 проц. В ореховатом горизонте под лиственным лесом процент перегноя несколько снижен по всем трем группам в сравнении с пахотными почвами, в иллювиальном B_1 горизонте снижение только на темно-серых, по остальным горизонтам различия не наблюдается. Наибольшая сумма поглощенных оснований отмечается в первом горизонте темно-серых лесостепных почв на пашне (24,23 м экв.), под лиственным лесом (21,64 м экв.), затем в серых лесостепных на пашне (17,90 м экв.) и под лесом (15,32 м экв.) и, наконец, в светло-серых—на пашне (11,02 м экв.) и под лесом (12,02 м экв.).

Под лиственным лесом распределение поглощенных оснований по генетическим горизонтам отличное от культурных лесостепных почв. На культурных светло-серых и серых лесостепных почвах сумма поглощенных оснований постепенно растет сверху вниз, а на темно-серых лесостепных почвах она почти не изменяется или даже несколько снижается сверху вниз; под лиственными лесами в ореховатом горизонте, по сравнению с первым перегнойным, наблюдается значительное снижение суммы поглощенных оснований во всех трех группах; для светло-серых с 12,02 до 7,14 м экв, для серых—с 15,32 до 11,72 м экв., для темно-серых—с 21,64 до 16,76 м экв.

Увеличение суммы поглощенных оснований на пахотных почвах, по сравнению с лесными, можно также объяснить результатом окультуривания (в том числе и биологическим воздействием корневой системы травянистых растений на второй ореховатый горизонт пахотных почв).

По степени насыщенности основаниями все лесостепные почвы характеризуются сравнительно высоким процентом. Так, степень насыщенности основаниями первого горизонта для светло-серых лесостепных почв выражается в 64,7 проц. под лиственным лесом и 70 проц. на пашне, для серых—74 проц. под лиственным лесом и 78,6 проц. на пашне, для темно-серых 78,1 проц. под лиственным лесом и 85,5 проц. на пашне. Распределение степени насыщенности основаниями по генетическим горизонтам повторяет закономерность распределения суммы поглощения оснований. То же самое можно

сказать о распределении по генетическим горизонтам показателей емкости поглощения.

Из приведенных данных мы можем сделать заключение, что в результате окультуривания лесостепные почвы, особенно пахотный и ореховатый горизонты, значительно обогатились поглощенными основаниями, заметно увеличилась и степень насыщенности основаниями. Лесостепные почвы под лиственным лесом имеют сравнительно пониженную степень насыщенности основаниями, особенно во втором ореховатом горизонте. Однако темно-серые лесостепные почвы под лиственным лесом по сумме поглощенных оснований и по степени насыщенности основаниями не уступают пахотным серым лесостепным почвам. Характер поглощенных оснований и их распределение по генетическим горизонтам свидетельствуют о нарастании дернового процесса при переходе от светло-серых лесостепных почв к темно-серым и затухании подзолистого процесса. Эти данные также говорят о том, что едва ли возможен процесс деградации при высокой степени насыщенности основаниями. Так, для темно-серых лесостепных почв под лесом в среднем степень насыщенности основаниями равняется 78 — 80 проц. и больше, а если мы учтем, что „деградация" должна начинаться не с темно-серых лесостепных почв (которые уже сами якобы являются продуктом „деградации"), а с черноземов, то совсем непонятно, как можно мыслить деградацию при степени насыщенности основаниями от 85 до 98 проц.

Считаем необходимым коротко остановиться на вопросе создания мощного пахотного корнеобитаемого слоя на основе личных экспериментальных данных, а также на основе опытных работ областной комплексной станции по земледелию и практики передовых колхозов Горьковской области.

Эти данные дают нам право рекомендовать проводить первое углубление пахотного слоя в черном или занятом пару осенью на 3—5 см, в зависимости от качества двух первых горизонтов лесостепных почв. Для ускорения окультуривания вновь созданного мощного пахотного слоя необходимо применять органические и минеральные удобрения, а также известь, если почва кислая, и посев кормовых трав. Второе углубление в севообороте рекомендуется проводить под пропашные или бобовые культуры на 2—3 см осенью при зяблевой вспашке. Метод глубокого безотвального рыхления, предложенный Т. С. Мальцевым, следует широко применять. Но этот метод не может полностью заменить предложенного способа по активному окультуриванию ореховатого горизонта путем непосредственного припахивания его к культурному пахотному слою. Видимо, безотвальное глубокое рыхление следует сочетать с припахиванием ореховатого слоя один раз в ротацию.

При углублении пахотного слоя лесостепных почв за счет ореховатого горизонта необходимо обратить особо серьезное внимание на качество последнего. Очень важно учитывать количество перегноя, питательных веществ, суммы поглощенных оснований, кислотность ореховатого горизонта, что можно легко сделать с помощью формулы, предложенной нами специально для этой цели.

Вот эта формула:

$$P_H = \frac{h \cdot P_п + d \cdot P_0}{H},$$

где H—мощность вновь созданного пахотного слоя в см, h — мощность пахотного слоя до углубления в см, Рп—содержание перегноя в пахотном слое до углубления в процентах, P_0—содержание перегноя в ореховатом горизонте в процентах, Рн—содержание перегноя во вновь созданном пахотном слое в процентах. Например, мы имеем

лесостепную почву с содержанием перегноя в пахотном слое 5 проц, с мощностью его 15 см, с содержанием перегноя в ореховатом горизонте 2 проц. Если произвести на данной почве углубление на 5 см, то содержание перегноя во вновь созданном мощном пахотном слое, согласно предложенной формуле, будет:

$$Рн = \frac{15 \times 5 + 5 \times 2}{20} = \frac{85}{20} = 4{,}25 \text{ проц.}$$

Следовательно, такое углубление вызовет снижение перегноя в пахотном слое с 5 до 4,25 проц, т. е. на 0,75 проц.

Формулу можно использовать при расчетах всех питательных веществ, а также суммы поглощенных оснований, гидролитической кислотности и pH во вновь созданном мощном пахотном слое за счет припахивания ореховатого горизонта.

Из формулы ясно видно, что чем хуже качество ореховатого горизонта, тем на меньшую глубину нужно производить углубление. В противном случае мы вызовем сильное разбавление пахотного слоя малоплодородным ореховатым горизонтом, что потребует более продолжительного времени для окультуривания.

Благодаря правильной агротехнике, применению органических и минеральных удобрений, а также внедрению на этой базе разработанной нами системы углубления пахотного слоя в течение последних десяти лет, светло-серые лесостепные почвы пригородного учебно-опытного хозяйства института с маломощным пахотным слоем в 10—13 см превращены в культурные почвы с мощным пахотным слоем в 22—25 см, а на отдельных участках — в 27—30 см. Это создало условия для непрерывного роста средней урожайности зерна всех культур. Так, за последние десять лет урожайность зерна в среднем возросла в три раза.

Неуклонное повышение урожаев всех сельскохозяйственных культур обеспечило и благоприятный рост продуктивности животноводства. Например, средний удой на фуражную корову возрос с 1200 кг в 1947 г. до 5370 кг в 1953 г., 5688 кг в 1954 г., 5583 в 1955 г. и 6090 в 1956 г. Таким образом, учхоз занял первое место среди хозяйств сельхозвузов нашей страны.

На основе всего вышесказанного, в качестве заключения считаем необходимым отметить следующие основные положения:

1. В лесостепи под лиственным лесом создаются благоприятные условия для мощного развития биологических процессов, показателем чего является накопление перегноя и образование прочной структуры почвы. В силу этого лиственный лес по своей почвообразующей роли готовит необходимые условия для развития травянистой растительности и поэтому *сам становится фактором нарастания дернового процесса.*

2. Подзолообразовательный процесс, имеющий широкое распространение в лесо-луговой и таежной зонах на различных материнских породах, в природных условиях лесостепи под лиственным лесом не получил развития, а эволюционировал в особый—лесостепной—период почвообразования.

3. Лесостепной период почвообразования характеризуется затуханием подзолистого и нарастанием дернового процесса. Такое направление естественного процесса и обусловливает в условиях лесостепи хорошее развитие более требовательной к плодородию почв луговостепной растительности.

4. Лесостепной период состоит из двух фаз. В первой фазе под пологом лиственных лесов происходит накопление перегноя, зольных элементов питания и образование прочной структуры верхнего горизонта.

Во второй фазе, наряду с лиственным лесом, получает развитие лугово-степная растительность, вследствие чего нарастание дернового процесса идет дальше вглубь, распространяется на второй горизонт. Только после второй фазы получает полное развитие типичная лугово-степная растительность, под влиянием которой уже образуется настоящий чернозем.

5. В этой связи в лесостепной зоне эволюцию почв можно представить в виде следующей схемы: слабое развитие подзолистого процесса, эволюционирующего под пологом лиственных лесов в первую, а затем во вторую фазы лесостепного переходного периода с образованием лесостепных почв. На последних ввиду благоприятного водного, а также пищевого режима получает бурное развитие лугово-степная травянистая растительность, т. е. наступает дерновый период в условиях лесостепи и северной степи с образованием типичных мощных черноземов.

6. Важнейшим приемом по достижению высоких урожаев на лесостепных почвах является создание мощного пахотного слоя путем активного биологического вовлечения ореховатого горизонта в культуру, на основе правильной системы применения органических и минеральных удобрений, что позволит получать урожай на лесостепных почвах в среднем по 25—28 ц/га. Это будет, несомненно, вкладом по реализации последних решений партии и Советского правительства по дальнейшему развитию сельского хозяйства

Н. А. Архангельская,
кандидат сельскохозяйственных наук

К ВОПРОСУ КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУКТУРНЫХ АГРЕГАТОВ В ПОЧВЕ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ

Структуре почвы посвящена обширная литература, среди которой основное место принадлежит трудам акад. В. Р. Вильямса. Он впервые поставил вопрос о ценности водопрочных агрегатов и зависимости их от биологических факторов, а также указал на роль трав в создании почвенной структуры.

Из других авторов, занимавшихся вопросом структурообразования, необходимо отметить академика К. К. Гедройца, акад. А. Н. Соколовского, Ф. Гельцер, Саввинова и др.

Акад. Гедройц большое значение в структурообразовании придавал обменным катионам. Первой стадией формирования структуры он считал образование микроагрегатов размером меньше 0,01 в диаметре, получившихся путем физико-химического соединения более мелких элементов. Акад. А. Н. Соколовский считал, что основную роль в структурообразовании играет активный ил и катион кальция.

В Горьковском сельскохозяйственном институте вопросами структуры в почве занимается доцент В. П. Нарциссов.

Кроме приведенных авторов, большое внимание изучению структуры почвы уделил проф. А. Ф. Тюлин. В своих трудах он изучает факторы структурообразования, водопрочность агрегатов, а также их коллоидно-химическую природу. В последних работах проф. А. Ф. Тюлин указывает, что недостаточно в почве учитывать только количество водопрочных агрегатов, а нужно изучать их генезис и качество. Прочность структурных агрегатов, разумеется, признак очень важный в агрономическом отношении, но он не дает полной картины о качестве структуры, так как две одинаковые по структуре почвы могут быть качественно различны. Эта разница может быть объяснена теми условиями, в которых происходило формирование водопрочных агрегатов. Здесь особенно сказывается роль биологических факторов, т. е. растительности и ризосферных микроорганизмов. Согласно теории проф. А. Ф. Тюлина, в почве существуют две качественно различные группы микроагрегатов. Микроагрегаты 1-й группы названы им кальций-гуматными агрегатами и 2-й группы микроагрегатов — железо-гуматными агрегатами. В почвах обычно

существует как та, так и другая группа микроагрегатов в различных соотношениях.

Изучая черноземные и лесостепные почвы Горьковской области, мы обнаружили определенное соотношение микроагрегатов 1 и 2-й групп. В настоящей работе мы остановились на дерновой почве, образцы которой были взяты из-под дубового леса, расположенного около села Копосова, Горьковской области. Эта почва нас заинтересовала потому, что по внешнему виду она бурого цвета, но имеет очень хорошую структуру. Мы изучали ее в сравнении с черноземной почвой, взятой тоже из-под дубового леса, но из пределов Воронежской области— Каменная степь, 40-я полоса. Образцы обеих почв были взяты З. С. Филипповичем, за что приношу ему благодарность. В обоих случаях изучались только перегнойные горизонты.

По механическому составу черноземная почва относится к тяжелой глине, а дерновая—к легкой глине, что видно из таблицы 1.

Таблица 1

Название почвы	Вес фракций в % на абс.-сух. вещество							Сумма	
	1—0,5	0,5 0,25	0,25 0,05	0,05 0,01	0,01 0,005	0,005 0,001	< 0,001	физического песка	физической глины
Черноземная . . .	—	2,0	—	13,35	20,76	33,60	30,29	15,35	84,65
Дерновая	—	4,80	15,75	27,91	12,46	23,83	15,25	48,46	51,54

Черноземная почва содержит много ила и мало песка, а дерновая, наоборот, песчаных частиц содержит в 10 раз больше в сравнении с черноземной и в два раза меньше ила. У черноземной почвы, таким образом, имеется значительно больше данных для структурообразования, нежели у дерновой, так как она богаче илистой фракцией.

Агрохимические показатели той и другой почвы видны из таблицы 2.

Таблица 2

Название почвы	pH солевой вытяжки	В м. экв. на 100 г почвы		Степень насыщенности почв основаниями	Перегной в %
		гидролитич. кислотность	сумма поглощ. оснований		
Черноземная	6,5	7,5	39,25	83,95	10,52
Дерновая	5,0	6,4	31,85	83,27	4,44

Из приведенных данных видно, что черноземная почва имеет почти нейтральную реакцию, а дерновая — кислую. Поглощенных оснований значительно больше в черноземной почве, но степень насыщенности примерно одинаковая у обеих почв. Исключительно большая разница у анализируемых почв в отношении содержания перегноя: в дерновой почве перегноя имеется в 2,3 раза меньше, чем в черноземной.

На основании приведенных данных, а также механического анализа легко сделать вывод о том, что черноземная почва должна бы иметь лучшую структуру, чем дерновая почва. Однако это далеко не так. В этом отношении представляют большой интерес показатели водопрочных агрегатов у той и другой почвы, что мы и приводим в таблице 3.

Таблица 3

Название почвы	>5 мм	5—3	3—1	1—0,5	Сумма	Примечание
Черноземная . .	9,02	37,35	40,57	7,34	94,28	Сухое просеивание
	4,68	29,80	39,80	11,50	85,75	Мокрое просеивание
Дерновая	3,37	38,15	50,70	3,43	95,65	Сухое просеивание
	3,30	38,26	40,66	5,54	87,76	Мокрое просеивание

Как следует из таблицы 3, количество водопрочных агрегатов у дерновой почвы больше, хотя в ней меньше ила, поглощенных оснований и перегноя. Следовательно, объяснять количество водопрочных агрегатов только агрономическими показателями и механическим составом нельзя. Очевидно, какие-то другие причины играют в данном случае значительную роль. Применяя с этой целью коллоидно-химический метод исследования, нам удалось обнаружить, что эти две почвы различны как по содержанию микроагрегатов 1 и 2-й групп, так и по их соотношению, что ясно видно из таблицы 4.

Таблица 4

Название почвы	Количество микроагрегатов		Отношение 1:2	Сумма
	1-я группа	2-я группа		
Черноземная	54,74	9,18	5,96	63,92
Дерновая	44,18	18,04	2,45	62,22

В дерновой почве много микроагрегатов 2-й группы—в два раза больше, чем в черноземе. При одинаковом суммарном количестве микроагрегатов обеих групп соотношение их резко различно. В черноземной почве преобладает первая группа микроагрегатов над второй группой почти в 6 раз, тогда как в дерновой почве—только в 2,5 раза.

Повышенное количество микроагрегатов 2-й группы в дерновой почве, надо полагать, зависит от условий ее образования. Обе почвы—как черноземная, так и дерновая — развивались под дубовым лесом, но в различных климатических зонах и на разных материнских породах. Последние, по-видимому, в состоянии были оказывать влияние только на механический и химический состав почвы, а вот климатические условия могли повлиять на биохимические процессы, под действием которых, как известно, и происходит в значительной степени выветривание минералов в почве. Известно также, что там, где в почве много сырого органического вещества, там выветривание минералов идет быстрее, в результате чего и образуются микроагрегаты 2-й группы. В том же случае, когда в почве содержится меньше корневых остатков, там, наоборот, идет большее формирование микроагрегатов 1-й группы. В условиях Горьковской области, в зоне большого увлажнения, биохимические процессы как раз и способствуют повышенному накоплению микроагрегатов 2 й группы.

Из изложенного следует, что почвы, близкие по количеству водопрочных агрегатов, в то же время могут сильно отличаться по содержанию микроагрегатов 1 и 2-й групп. Водопрочные агрегаты, которые выделяются при помощи агрегатного анализа, сами состоят из двух различных групп микроагрегатов. Соотношение их, как ука-

зывает проф. А. Ф. Тюлин, резко колеблется даже в течение сезона. Отсюда легко можно сделать такой вывод, что чем больше в почве микроагрегатов 2-й группы, тем лучше ее структура. К таким же выводам, между прочим, пришла в своей работе т. Коровкина, которая указывает, что почва, содержащая большое количество микроагрегатов 2-й группы, характеризуется более высоким содержанием водопрочных агрегатов. В ее работе указано также на то, что при наличии в почве микроагрегатов 2-й группы в образовании водопрочных агрегатов принимает участие и крупная пыль от 0,05—0,01 мм в диаметре. Это нам важно отметить потому, что и в нашем случае дерновая почва содержит ила меньше, чем черноземная, а водопрочных агрегатов — больше. В этом случае, по-видимому, агрегируется и крупная пыль.

Установив значение микроагрегатов 2-й группы в структурообразовании, любопытно также познакомиться с содержанием в них несиликатного железа и перегноя. В таблице 5 приведены данные валового и несиликатного железа как в почве, так и в 1 и 2-й группах микроагрегатов.

Таблица 5

Название почвы	Содержание Fe_2O_3 в почве		% несиликатного от валового	В I г. микроагрегатов Fe_2O_3		% несиликатного от валового	В II г. микагрегатов Fe_2O_3		% несиликатного от валового
	валового	несиликатного		валового	несиликатного		валового	несиликатного	
Черноземная . . .	8,64	2,59	30,0	9,34	2,80	30,0	9,98	3,20	32,06
Дерновая	9,98	4,30	43,1	12,03	4,91	40,81	14,00	6,54	46,7

Из анализа данных таблицы 5 видно, что количество валового и несиликатного железа больше в дерновой почве и особенно много во 2-й группе микроагрегатов, которые, как мы видели, способствуют образованию водопрочных агрегатов.

Надо полагать, что здесь большая роль в структурообразовании принадлежит несиликатному железу, которого в два раза больше как в почве, так и в 1 и 2-й группах микроагрегатов.

Валовое содержание железа в обеих почвах очень большое по сравнению с другими почвами.

Перейдем теперь к рассмотрению вопроса о содержании перегноя в почвах и микроагрегатах 1 и 2-й групп (см. таблицу 6).

Таблица 6

Название почвы	Черноземная почва			Дерновая почва		
	в почве	в 1 гр. микроагрегатов	во 2 гр. микроагрегатов	в почве	в 1 гр. микроагрегатов	во 2 гр. микроагрегатов
Количество перегноя	10,52	11,55	14,25	4,44	5,97	6,13

Как видно из таблицы 6, количество перегноя в той и другой почве возрастает при переходе от 1 группы микроагрегатов ко 2 группе. Но количество перегноя в микроагрегатах дерновой почвы все-таки значительно меньше, чем в черноземной почве.

Кроме изучения микроагрегатов и их свойств, мы остановили свое внимание и на некоторых физических свойствах этих двух почв. Мы установили, что порозность черноземной почвы равна 48%, а дер-

новой — 54%, что соответствует лучшей структуре последней. Что касается капиллярной влагоемкости, то здесь разницу установить не удалось. Так, у черноземной почвы она равна 38,73%, а у дерновой — 38,39%. К сожалению, не удалось определить связность почвы за отсутствием в институте соответствующего прибора. Но из данных тов. Коровкиной видно, что связность почвы сильно зависит от содержания в почве 2-й группы микроагрегатов. Чем больше в почве 2-й группы микроагрегатов, тем меньше и ее связность, что имеет большое агрономическое значение.

Из всего изложенного следует, что:

1. Нельзя судить о качестве почвы только по количеству водопрочных агрегатов, так как последние могут быть качественно различными.

2. Чем больше в почве микроагрегатов 2-й группы, тем больше в ней и водопрочных агрегатов.

3. Почвы, содержащие разное количество микроагрегатов 1 и 2-й групп, будут различны и по своим физическим да, по всей вероятности, и по химическим свойствам, так как из работ проф. А. Ф. Тюлина видно, что почвы, содержащие большее количество микроагрегатов 2-й группы, поглощают больше анионов, а 1-й группы — катионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вильямс В. Р.*—Почвоведение. Сельхозгиз, 1949.

2. *Гедройц К. К.* — К вопросу о почвенной структуре и сельскохозяйственном ее значении. Изд. ГИОА, 1926, т. IV, № 3, стр. 116—127.

3. *Соколовский А. Н.*—Курс сельскохозяйственного почвоведения.

4. *Тюлин А. Ф.* — Коллоидно-химическое изучение почв в агрономических целях. Труды Всесоюзного института удобрений, агротехники и агропочвоведения (ВИУАА), вып. 27, 1946.

5. *Тюлин А. Ф.*—Вопросы почвенной структуры в лесу. Почвоведение, 1955, № 1, стр. 33.

6. *Тюлин А. Ф.* — Вопросы почвенной структуры в лесу. Почвоведение, 1954, № 1.

7. *Коровкина А. В.*—Почвенная структура и групповой состав вторичных частиц почвы.

8. *Марковский А. Г.* и *Пономарева В. А.*—Групповой состав частиц почвы меньше 0,01 мм и его значение в поглощении почвами фосфорной кислоты. Почвоведение, 1955, № 8, стр. 49.

В. Н. Землянов,
кандидат сельскохозяйственных наук

РАЗМЕЩЕНИЕ В ПОЧВЕ КОРНЕЙ ЯБЛОНЬ, ПРИВИТЫХ НА ПОДВОЕ РАНЕТКИ ПУРПУРОВОЙ

Развитие садоводства в Горьковской области зависит от надлежащего ухода за садами, площадь которых за последние годы сравнительно возросла, а также от количества выпускаемого питомниками посадочного материала—в первую очередь, яблони.

По имеющимся сведениям, только за последние пять лет (1952—1956 гг.) плодопитомниками области выращено и отпущено на посадку более одного миллиона штук двухлетних саженцев яблони. При этом огромная часть их была привита на сеянцах Ранетки пурпуровой. Семена ее плодопитомники получали из района Минусинска, Красноярского края. Таким образом, большое количество молодых садов оказались привитыми на подвойном материале, который в Горьковской области еще мало изучен, но применен в широком масштабе.

Ранетка пурпуровая является разновидностью сибирской яблони Malus Baccata Mill ver Macrocarpa. Ее сеянцы (дички), выращенные из семян, характеризуются сильно мочковатой корневой системой, расположенной поверхностно. Что же касается изменений в строении корневой системы под действием привоя—культурных сортов, то эти изменения в условиях климата и почв нашей области еще никем не изучались. Мы поставили перед собой задачу изучить эти изменения, так как считали, что от характера размещения корней яблони зависит обработка почвы.

Изучение корневой системы яблоневых деревьев различных сортов проводилось нами в коллекционном саду Горьковского сельскохозяйственного института.

Сад был заложен весной 1953 года на подвое Ранетка пурпуровая. Для изучения было взято 14 сортов яблони, название которых указано в нижеприведенных таблицах 1, 2 и 3.

Территория сада ровная и окружена садозащитной полосой. Почва в саду светло-серая лесостепная, по механическому составу легкий суглинок на лессовидных отложениях, с горизонтами: A_1, от поверхности почвы до 29 см глубины, переходный к иллювиальному $A_2Б$—30—38 см, иллювиальный $Б_1$—39—70 см, переходный к материнской породе $Б_2$—72—100 см.

Изучение проводились осенью 1954 и 1956 годов методом срезов на вертикальной стенке траншеи, выкопанной с южной стороны дерева. Всего было взято по два дерева каждого сорта. В 1954 году

Таблица 1

Выход корней яблони по горизонтам почвы в %% от общего их количества по сорту (в траншее на расстоянии 0,3 м от штамба дерева)

Данные 1954 г.

Название горизонта и глубина (в см) \ Название сорта		Сеянец Ранетки пурпуровой	Грушовка московская	Папировка	Китайка золотая	Китайка Санинская	Осеннее полосатое	Боровинка	Коричное полосатое	Мальт украинский	Бельфер-китайка	Антоновка обыкновенная	Анис серый	Славянка	Пепин шафранный	Таежное
A_1 Пахотный горизонт 0—29	10	18,7	—	2,7	19,6	3,2	—	23,0	—	4,2	—	—	—	—	—	—
	20	40,5	58,2	62,6	11,5	35,5	17,1	25,0	15,3	32,4	21,3	25,0	48,8	27,0	16,4	28,4
	30	23,3	30,2	32,0	13,1	20,7	50,5	38,5	32,9	22,5	10,6	37,0	36,6	46,1	31,9	28,4
$A_2Б$ 30—38	40	17,5	11,6	2,7	23,0	9,0	23,8	13,5	27,0	14,8	31,9	30,0	14,6	19,1	24,1	9,5
$Б_1$ иллювиальный горизонт 39—70	50	—	—	—	18,1	11,0	6,7	—	5,8	14,8	14,9	7,2	—	6,1	17,2	16,2
	60	—	—	—	9,8	17,4	1,9	—	13,9	6,4	10,6	0,8	—	1,7	9,5	10,8
	70	—	—	—	1,6	2,6	—	—	5,1	4,9	10,6	—	—	—	0,9	6,7
$Б_2$ Переходный к материнской породе	80	—	—	—	3,3	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Общее количество корней	в шт.	120	86	75	61	155	105	47	137	142	52	124	41	115	116	74

траншею копали на расстоянии 0,3 м от штамба, длиной и глубиной в один метр. В 1956 году около каждого дерева было выкопано по две траншеи: первая на расстоянии 0,5 м от штамба дерева и глубиной в 1 метр, вторая—на расстоянии 1 метра от штамба и глубиной 0,5 м. Длина как первой, так и второй траншеи равнялась одному метру. Выход корней с подсчетом их количества фиксировали по горизонтам почвы в отрезках, равных 10 см, и наносили на план в масштабе 1 : 10.

Для лучшего и более полного учета выхода мелких корней со стенок траншей осторожно садовым ножом снимали тонкий слой земли. При учете все корни подразделяли на: тонкие—1 мм и тоньше, средние—1,5—3 мм, толстые—3—4 мм и толще. На соответствующих рисунках тонкие корни обозначали точкой, средние—жирной точкой, толстые—кружочком. У корней толще 3 мм мы измеряли их толщину.

Как видно из таблицы 1, в 1954 году, т. е. через два года после посадки сада, основная масса корней деревьев почти всех исследуемых сортов распределялась в слое почвы от 0 до 30 см, т. е. в пахотном горизонте. Особенно это относится к сортам: Папировка — 97,3% от общего выхода корней, Грушовка московская—88,4%, Боровинка—86,5%. Единичные корешки у деревьев этих сортов доходили до глубины 35—40 см.

У деревьев других сортов корни залегали несколько глубже, а именно: в слое от 0 до 40 см; отдельные корешки встречались на глубине до 70—75 см. Так, у деревьев сорта Китайка золотая в слое почвы до 40 см оказалось 67,2% корней, Коричного полосатого—75,2%, Китайки Санинской—68,4%.

Корневая система у деревьев сортов Боровинка и Анис серый, по сравнению с другими, была очень слабой. Всего у них было обнаружено только от 41 до 47 корешков: в основном они находились лишь в верхнем горизонте почвы.

По характеру своего строения корневая система исследуемых деревьев по сортам была мочковатой, с тонкими корешками в 1—2 мм и редко в 2—3 мм.

На рисунках 1—3 схематически представлен выход корней в траншею у деревьев в возрасте четырех лет по основным трем группам сортов.

В 1956 году размещение корней изучалось по тем же сортам яблони, что и в 1954 году.

Данные подсчетов корней приведены в таблице 2—по траншее, отрытой на расстоянии 1 метра от штамба дерева, а в таблице 3—

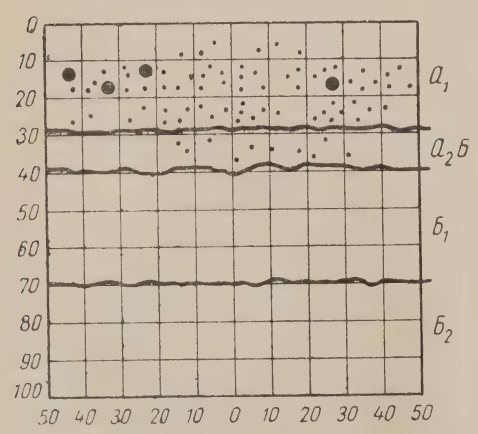


Рис. 1. Размещение корней у Грушовки московской по горизонтам почвы на расстоянии 0,3 м от штамба дерева (данные 1954 года).

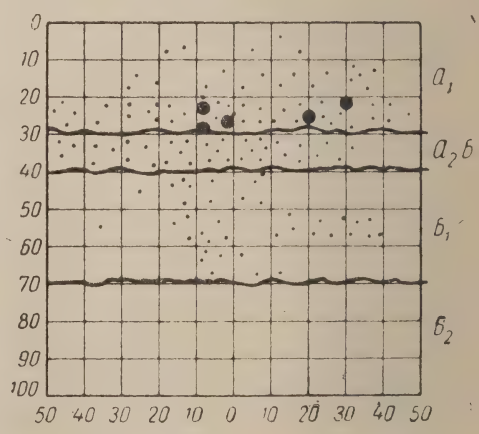


Рис. 2. Размещение корней у Коричного полосатого по горизонтам почвы на расстоянии 0,3 м от штамба дерева (данные 1954 года).

по траншее, выкопанной на расстоянии 0,5 метра. Как видно из таблицы 2, к осени 1956 года у деревьев сортов Осеннее полосатое, Боровинка, Анис серый и Бельфлер-китайка не было выхода корней в траншею. У деревьев других сортов зарегистрирован выход корней, но количество их все же остается небольшим. Так, у Пепина шафранного в среднем было обнаружено 53 корешка, у Таежного—39, Славянки—24, Китайки Санинской—21 и т. д. По толщине они не превышали 1—2 мм и в основном находились в пахотном горизонте почвы; лишь единичные из них доходили до глубины 40—45 см.

В последней графе таблицы 2 показаны средние диаметры крон деревьев по сортам. Как видно из этих данных, диаметр кроны не превышал по большинству сортов 1,3 м, кроме сортов Китайка Санинская и Пепин шафранный, у которых он был равен 1,5—1,6 метра. Следовательно, у большинства сортов яблони корни деревьев после четырех лет жизни в саду начали выходить за пределы кроны.

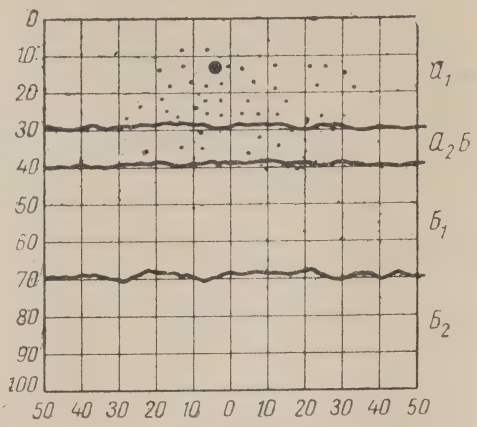


Рис. 3. Размещение корней у Аниса серого по горизонтам почвы на расстоянии 0,3 м от штамба дерева (данные 1954 года).

Из таблицы 3 можно видеть, что на расстоянии 0,5 м от штамба дерева корни у большинства сортов к осени 1956 года переместились в более глубокие слои почвы. Но все же основная масса их находилась в пахотном горизонте и притом была расположена близко к поверхности. В среднем у деревьев сорта Грушовка московская в верхнем горизонте было отмечено 119 корешков, что составляло 81,5% от их общего количества, тогда как в горизонте $А_2Б$ и $Б_1$ всего было лишь 27 или 18,5%. Аналогичное размещение корней наблюдалось и у яблонь сортов Осеннее полосатое, Таежное, Боровинка и других. У деревьев сорта Китайка Санинская больше половины корешков находилось тоже в пахотном слое, но отдельные из них были отмечены на глубине 85—90 см.

Малое количество корней в пахотном горизонте было у деревьев сорта Славянка—40,4%, Китайка золотая—40,3% и Коричное полосатое—47,8%, а отдельные корешки их доходили до глубины 70—80 см.

Общее количество корней в 1956 году, по сравнению с 1954 годом, по большинству сортов увеличилось в два—два с половиной раза. Так, по сорту Папировка в 1954 году было отмечено в среднем 75 корешков, имеющих выход в траншею, в 1956—183, по сорту Китайка золотая в 1954—61, в 1956—156 и т. д. Кроме того, если в первый год исследования толщина корней в основном не превышала 1—2 мм, то в 1956 году она увеличилась от 1 до 3 мм, а отдельные корни достигали 5 и более миллиметров.

Размещение корней в горизонтах почвы у яблонь в возрасте 6 лет по основным трем группам сортов можно видеть на схематических рисунках 4, 5 и 6.

Как видно из таблиц 1, 2 и 3, корни у сеянцев Ранетки пурпуровой располагаются почти исключительно в слое почвы от 0 до 40 см. В траншее на расстоянии 1 метра от штамба (1956 год) было отмечено 47 корней, а на расстоянии 0,5 м—179. Отдельные корни имели толщину 3—4 мм.

Таким образом, и в наших условиях корневая система сохраняла свое свойство располагаться только в верхних горизонтах почвы, что

Таблица 2

Выход корней яблони по горизонтам почвы в %% от общего их количества по сортам (в траншее на расстоянии 1 м от штамба дерева)

Данные 1956 г.

Горизонт почвы и глубина (в см) \ Название сорта		Сеянец Ранетки пурпуровой	Грушовка московская	Папировка	Китайка золотая	Китайка Санинская	Осеннее полосатое	Боровинка	Коричное полосатое	Мальт украинский	Бельфлер-китайка	Антоновка обыкновенная	Анис серый	Славянка	Пепин шафранный	Таежное
A_1	10	48,8	53,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	20	36,3	46,2	52,9	72,3	52,3	—	—	44,0	30,4	—	42,8	—	—	28,3	23,1
	30	14,9	—	47,1	27,7	47,7	—	—	36,0	43,4	—	57,2	—	33,3	54,7	53,8
$A_2Б$	40	—	—	—	—	—	—	—	25	26,2	—	—	—	41,7	17,0	23,1
$Б_1$	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25,0	—	—
Общее количество выходов корней в шт.		47	13	17	17	21	—	—	25	23	—	14	—	24	53	39
Средний диаметр кроны дерева (в м)		—	1,30	1,26	1,10	1,60	1,36	1,30	1,30	1,20	1,30	1,30	1,30	1,28	1,50	0,93

Таблица 3

Выход основных корней у сортов яблони, привитых на сеянцах Ранетки пурпуровой, по горизонтам почвы, в %% от общих их количеств (в траншее на 0,5 метра от штамба дерева)

Данные 1956 г.

Название горизонта и глубина (в см)		Сеянец Ранетки пурпуровой	Грушовка московская	Папировка	Китайка золотая	Китайка Санинская	Боровинка	Осеннее полосатое	Коричное полосатое	Мальт украинский	Бельфлер-китайка	Анис серый	Антоновка обыкновенная	Славянка	Пепин шафранный	Таежное
Пахотный горизонт A_1 0—29	10	16,2	16,5	11,5	9,6	10,2	18,8	17,8	5,7	8,4	17,2	19,1	17,7	10,5	20,3	27,6
	20	41,3	30,1	23,1	10,2	26,9	22,1	28,3	18,6	12,8	20,3	16,8	19,5	12,5	15,6	20,7
	30	33,5	34,9	27,8	20,5	16,8	26,5	26,5	23,5	28,5	17,9	20,3	21,9	17,4	31,9	16,5
Переходный к иллювиальному 30—38 $A_2Б$	40	7,4	8,9	20,7	21,2	13,9	17,4	7,1	21,9	23,8	12,5	25,8	19,5	17,4	20,0	17,9
Иллювиальный горизонт 39—70 $Б_1$	50	1,6	4,8	9,8	17,9	12,9	7,6	9,7	10,1	10,3	11,8	13,5	16,1	15,9	12,2	11,0
	60	—	4,8	4,3	6,5	4,7	7,6	7,1	10,1	8,4	10,9	4,5	5,3	17,6	—	6,3
	70	—	—	2,8	8,9	3,9	—	3,5	5,1	3,9	9,4	—	—	8,7	—	—
Переходный к материнской породе 70—100 $Б_2$	80	—	—	—	5,2	4,8	—	—	5,0	3,6	—	—	—	—	—	—
	90	—	—	—	—	5,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Общее количество выходов корней в траншею в шт.		179	146	183	156	208	106	113	178	180	128	89	113	115	135	145

ей присуще в Сибири. По характеру расположения корней все сорта можно разделить на 3 группы.

1 группа. Сорта, деревья которых имеют сильно мочковатую поверхностно расположенную корневую систему: Грушовка московская, Папировка, Осеннее полосатое, Пепин шафранный. По биологическим особенностям они характеризуются повышенной возбудимостью и побегопроизводительной способностью почек.

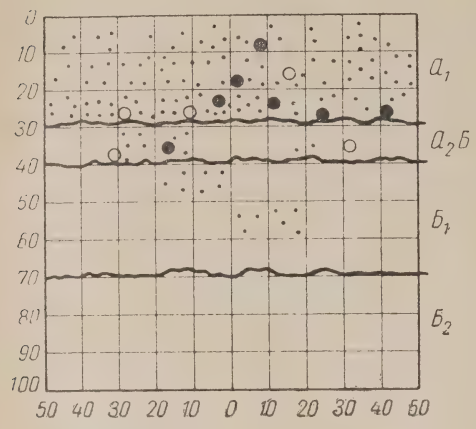


Рис. 4. Размещение корней Грушовки московской по горизонтам почвы в траншее на расстоянии 0,5 м от штамба дерева.

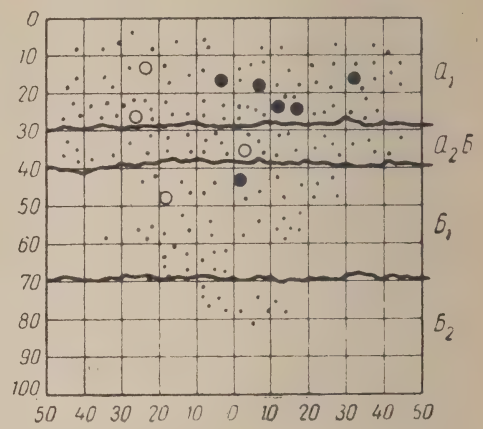


Рис. 5. Размещение корней Коричного полосатого по горизонтам почвы в траншее на расстоянии 0,5 м от штамба дерева.

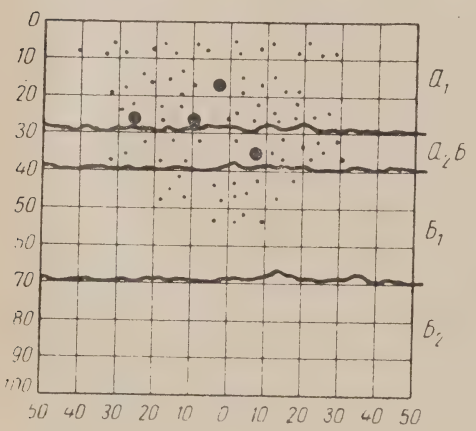


Рис. 6. Размещение корней Аниса серого по горизонтам почвы в траншее на расстоянии 0,5 м от штамба дерева.

2 группа. Деревья со слабой мочковатой корневой системой, глубоко уходящей в почву: Коричное полосатое, Китайка золотая, Мальт Украинский, Китайка Санинская. Сорта этой группы имеют пониженную возбудимость почек.

3 группа. Сорта этой группы имеют сомкнутую корневую систему, но по мочковатости они стоят ближе к первой группе. Сюда относятся: Анис серый, Боровинка, Антоновка обыкновенная, Славянка, Таежное, Бельфлер-китайка. По возбудимости почек они занимают промежуточное положение между 1-й и 2-й группами.

Различия в строении и расположении корневых систем вышеуказанных групп сортов выявляются с достаточной ясностью. Это можно объяснить лишь сильным влиянием культурных сортов, привитых на корневую систему сеянцев Ранетки пурпуровой. Это влияние, в свою очередь, зависит от биологических особенностей сортов, от возбудимости и побегопроизводительной способности почек, а отсюда и от типа кроны.

Изменение в строении корней у деревьев того или иного сорта хорошо заметно уже при выкопке двухлеток из питомника. При дальнейшем развитии высаженных в сад деревьев корневые системы их подвергаются, очевидно, еще более сильным изменениям (под действием привоев).

Сравнивая зарисовку корней типичного для первой группы сорта Грушовка московская (рис. 4), фотографию корневой системы этого же сорта (рис. 8) с фотографией сеянца Ранетки пурпуровой (рис. 7), можно легко убедиться в большом сходстве их общего строения: корни их тонкие, сильно разветвленные, с множеством мелких обрастающих корешков.

Рис. 7. Корни сеянца Ранетки пурпуровой.

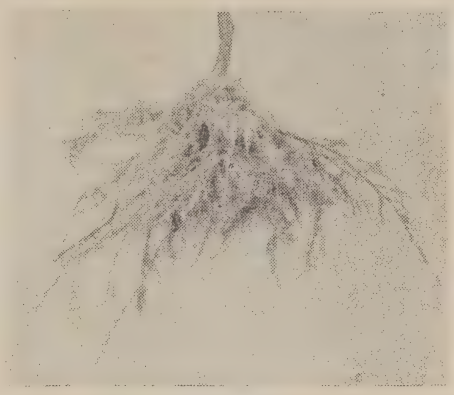


Рис. 8. Корни Грушовки московской, привитой на Ранетке пурпуровой.

С другой стороны, корневые системы яблонь 2-й и 3-й групп существенно отличаются по своему строению от корней сеянца Ранетки пурпуровой.

Проведенные нами в 1954 и 1956 годах исследования корневых систем различных сортов яблони (на второй и четвертый год после посадки в сад) позволяют сделать некоторые предварительные выводы об их строении, так же как и рекомендации по уходу за молодым садом, привитым на Ранетке пурпуровой.

Рис. 9. Корни Коричного полосатого, привитого на Ранетке пурпуровой.

1. Корневая система молодых яблонь различных сортов, привитых на вышеуказанном подвое, располагается — в условиях климата и светло-серых лесостепных подзолистых почв Горьковской области — в верхнем пахотном горизонте.

2. Корни яблонь сортов 1-й и 3-й групп, типа Грушовки московской и Аниса серого, размещены близко от поверхности почвы. Поэтому в засушливые годы деревья могут сильно страдать от недостатка влаги. У сортов 2-й группы корневая система более устойчива к засухе, так как уже в четырехлетнем (после посадки в сад) возрасте отдельные корни доходят до глубины 80—90 см.

3. Практически корневая система в четырехлетнем возрасте у большинства сортов выходит уже за пределы кроны дерева, хотя основная масса корешков еще остается внутри приствольного круга.

4. Близкое к поверхности почвы расположение корней требует внимательного ухода за приствольным кругом.

5. Перекопку приствольных кругов следует делать только в ранне-осенний период (вторая половина сентября—первая декада ок-

тября) с внесением органических и минеральных удобрений. Пораженные корни в этот период успевают отрасти и образовать каллюс. При весенней перекопке можно повредить самую активную часть корней, восстановление которой идет медленно, в силу чего дерево отстает в росте и снижает урожай. Поэтому весной и в течение лета следует производить только неглубокое рыхление с внесением подкормок.

Рис. 10. Корни Аниса серого, привитого на Ранетке пурпуровой.

6. У сортов 1-й и 3-й групп типа Грушовка московская и Анис серый приствольные круги надо перекапывать на небольшую глубину—не более 10—15 см, у сортов 2-й группы типа Коричного полосатого—не более чем на 20 см.

Приствольный круг должен быть несколько шире кроны и чистым от сорняков. Последние угнетают корни яблони, забирая у них много питательных веществ.

7. При обработке междурядий в первые 2—3 года после посадки сада необходимо делать вспашку с ежегодным увеличением глубины пахотного слоя. Последующие же глубокие обработки, на 25—30 см и более, следует давать один раз в 3—4 года, приурочивая их к заделке сидератов, многолетних трав или органических удобрений. При этом можно допустить повреждение лишь самой периферийной части корней. При такой вспашке происходит увеличение количества питательных веществ в нижних слоях почвы и улучшается ее водно-воздушный режим. Поврежденные же мелкие корни быстро восстанавливаются и углубляются в почву. Такую вспашку необходимо производить в ранне-осенний период при достаточной влажности почвы.

8. Расстояние, на которое можно подъехать с плугом к дереву, следует определять путем пробных раскопок по отдельным сортам. Это расстояние будет зависеть от особенностей как самого сорта, так и почвы.

9. Ранне-весеннее и летнее рыхление междурядий сада (если он содержится под черным паром) желательно делать дисковыми культиваторами или дисковой бороной на глубину 10—12 см.

При проходе около дерева глубину рыхления следует уменьшать до 5—8 см. При этом почти отпадает необходимость ручного рыхления приствольных кругов (кроме небольшого участка около самого штамба), а корневая система остается совершенно неповрежденной.

10. Каждый плодопитомник, выпускающий материал для посадки садов, обязан выдавать свидетельство на сортность саженцев. В нем следует указать и вид подвоя, от которого в значительной степени будет зависеть в дальнейшем: жизнедеятельность дерева, время вступления в пору плодоношения, урожайность, морозостойкость, засухоустойчивость и долговечность.

Зная, на чем привито каждое дерево сада, при правильном внесении органических и минеральных удобрений и соответствующей обработке почвы можно добиться быстрого вступления молодых садов в пору плодоношения.

П. П. Андронов

ИЗЫСКАНИЕ МОРОЗОУСТОЙЧИВОГО ПОДВОЯ ДЛЯ КАРЛИКОВОЙ ЯБЛОНИ В ГОРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Широкая практика промышленного плодоводства в южных районах страны и опыты выращивания карликовых яблонь в приусадебных садах более северных районов показывает большие преимущества яблоневых садов, выращенных на карликовых подвоях. Основные из этих преимуществ заключаются в следующем.

Карликовые яблони скороплодны. Деревья, привитые на карликовых подвоях, плодоносят уже на 3—4 год, т. е. на 4—6 лет раньше, чем привитые на обыкновенных подвоях.

В пору полного плодоношения яблони на высокорослых подвоях вступают в 20—25-летнем возрасте, а карликовые—в возрасте 8—12 лет. Начав плодоносить, карликовая яблоня быстро, в течение 3—4 лет, наращивает урожайность до размеров полного плодоношения. Кроме того, карликовые яблони обыкновенно плодоносят ежегодно.

Богатый отчетный материал об урожайности яблоневых садов на карликовых подвоях на Украине, Северном Кавказе, в Крыму и Молдавии (по данным, опубликованным А. И. Касьяненко, В. И. Будаговским, Н. Г. Жучковым и др.) показывает, что они урожайнее садов на высокорослых подвоях.

Плоды карликовых яблонь обычно лучше по качеству. Они крупнее, ярче окрашены и более вкусны.

Значительно упрощается уход за карликовой яблоней—формирование кроны, все виды обрезок, борьба с вредителями и болезнями, сбор урожая. Особенно большую роль может играть карликовая яблоня как уплотнитель для молодых высокорослых садов и для замены погибших взрослых деревьев в изреженных садах.

В нашей зоне, где мы наблюдаем периодическую—через 10—15 лет—гибель части яблоней от морозов, закладка на карликовых подвоях и ремонт высокорослых садов карликовыми яблонями, быстро входящими в пору плодоношения, имеет особо большое экономическое значение.

В районах и на участках с высокими грунтовыми водами (от 1,0 до 1,5 м) можно успешно закладывать сад только карликовыми яблонями, так как высокорослые яблони на таких участках, еще не войдя в полное плодоношение (10—15 лет), начинают суховершинить, дальнейшее развитие их прекращается, и сад обречен на гибель.

На тяжелых глинистых почвах карликовые яблони развиваются и плодоносят много лучше высокорослых, вследствие мелкого залегания основной массы их корней на (15—40 см).

Карликовая яблоня имеет и ряд других преимуществ по сравнению с высокорослой.

Несмотря на массу очевидных преимуществ карликовых плодовых деревьев, в северной зоне эти яблони можно встретить только в приусадебных садах.

Широкое развитие садоводства с применением карликовых плодовых деревьев в южной и средней зонах тормозится ограниченным количеством посадочного материала, выпускаемого плодопитомниками, а в северной зоне—отсутствием морозоустойчивых, проверенных видов подвоя.

Вследствие этого, несмотря на многочисленные, положительные высказывания многих специалистов, карликовые плодовые деревья, особенно яблони, не заняли еще должного места, особенно в северном плодоводстве. Например, в Горьковской и соседних областях плодопитомники и опытные организации не только не имеют посадочного материала, но они не проводили каких-либо работ по изысканию и испытанию подвоев для карликовой яблони, морозоустойчивых в условиях нашей зоны.

В то же время в стране имеется громадный фонд дикорастущих разновидностей карликовых форм яблони, которые могли бы быть испытаны и после проверки, использованы как подвой для получения карликовых культурных яблонь.

Назрела необходимость изыскать и установить наилучшие виды подвоев для карликовой яблони и для Горьковской области, чтобы в дальнейшем организовать массовое производство их в плодопитомниках.

Настоящая работа является первой попыткой по изысканию подвоев карликовой яблони для Горьковской области.

После переписки с рядом опытных и селекционных плодово-ягодных станций и с управлением плодоводства и виноградарства Министерства сельского хозяйства РСФСР, мы смогли получить следующий подопытный материал:

1) окорененные отводки парадизки типа VIII (из Лохвицкого сортопункта);

2) окорененные отводки парадизки типа IX (из Лохвицкого сортопункта);

3) семена кавказской яблони Хомандули (из Горийской селекционной станции);

4) семена Баба-арабской яблони (из Ташкентского научно-исследовательского института);

5) семена Таежного, И. В. Мичурина (из Горно-Алтайской опытной станции);

6) семена разновидностей сибирской яблони: M. Boccata Pablasiana (из Горно-Алтайской опытной станции), M. Boccata genuina vera (из Бурят-Монгольской опытной станции) и Супракра (из Горно-Алтайской опытной станции);

6) семена низкорослой формы Ранетки пурпуровой из местных садов;

8) семена низкорослой формы Ранетки (из Омской селекционной станции);

9) семена яблони Цума (из Уманского сельскохозяйственного института);

10) семена ирги (из Горно-Атайской опытной станции);

11) семена дусена типа II, III, V (из Краснодарской опытной станции).

С этими разновидностями яблони и производилась работа по

изысканию морозостойкого подвоя для карликовой яблони в условиях Горьковской области.

В процессе работы проведены следующие исследования и наблюдения.

1. Выращивание подвоев

Подвои выращивались посевом семян (если они не размножались отводками или другим приемом вегетативного размножения, или когда мы не смогли достать отводков) и посадкой однолетних отводков (если удавалось получить таковые или не было семян этих видов подвоя—например, парадизки).

При семенном размножении подвоя наблюдали и регистрировали сроки стратификации семян, качество стратификации, всхожесть, равномерность роста сеянцев.

Осенью определяли размеры однолетних сеянцев: высоту, диаметр штамба (на высоте 5 см); давали характеристику корневой системы. То же самое делалось и на второй год ко времени окулировки.

Часть однолетних сеянцев оставляли на зиму в грунте для наблюдений за зимостойкостью их, другую часть убирали в подвал, для высадки весной в 1-е поле питомника.

Сеянцы каждой разновидности подвоя выращивали в количестве 500—1000 шт.

При использовании подвоев в виде отводков велись наблюдения за степенью их приживаемости и развитием за лето, ко времени окулировки измерялся прирост, высота, диаметр штамба.

Весь подопытный материал—семена и отводки подвоев—получали только от научно-исследовательских институтов, селекционных или опытных станций или сортопунктов.

2. Прививки на подвои культурных сортов яблони

Для сравнения качества различных видов подвоя на них прививали Грушовку московскую, Боровинку и Пепин шафранный.

Кроме того, для более всесторонней характеристики подвоя вне плана производились многочисленные прививки многих других сортов яблони: например, Штрейфлинга, Антоновки, Аниса алого, Коричного полосатого, Славянки, Бельфлер-китайки и других.

Летняя прививка производилась в период 1—10 августа, зимняя—черенками—в марте. Велись наблюдения за качеством прививки и изменениями штамба.

3. Сравнительные наблюдения за ростом и развитием

Проводились замеры высоты, диаметра, величины прироста, площади листовой поверхности. Изучалась корневая система саженцев, характер ее и влияние привоя.

Дальнейшие наблюдения велись над саженцами, взятыми в трех повторностях по 12 штук, привитыми на каждом подопытном виде подвоя.

4. Выявление морозостойкости прививок и корневой системы

Ежегодно весною производились тщательные ревизии состояния подвоя и привоя, особенно корневой системы карлика. Для этого изучалось состояние корневой системы поврежденных и неповрежденных растений.

При глубоком снежном покрове, что имело место у заборов, для проверки истинной зимостойкости подвоя удаляли снег из междурядий, чтобы создать более суровые условия зимовки. Толщина снежного покрова допускалась не более 20—30 см.

В зимние месяцы ежедневно вели наблюдения за температурой воздуха и 2—3 раза в неделю измеряли температуру в почве, для чего были заложены четыре термометра: один на поверхности почвы, второй—на глубину 25 см, третий—50 см, четвертый—75 см. Измерялась в течение зимы высота снежного покрова.

5. Наблюдения за цветением и плодоношением

Наблюдали и регистрировали возрастные сроки вступления саженцев в плодоношение, характер цветения, количество завязей и оставшихся плодов.

Проведено сравнение с одновозрастными саженцами яблони, привитыми на высокорослых подвоях, принятых в плодопитомниках области (дикой лесной яблони, китайской сливолистой яблони и яблони ранетки).

6. Результаты исследований

Работа с большинством южных подвоев дала отрицательные результаты. Парадизка типа VIII, яблоня Хомандули, Баба-арабская яблоня, дусен типа II и V оказались недостаточно зимостойкими в климатических условиях нашей области. Они вымерзали в зиму 1954—1955 г. Весенняя раскопка показала, что корни их погибли, они были темно-коричневого цвета, мажущиеся.

Средняя температура в почве зимой 1954—1955 года на глубине 25, 50 и 75 см не была ниже, чем в предыдущие годы, когда подвои хорошо перезимовали. Но на поверхности почвы температура несколько раз падала до 21°, на глубине 10 см до —12°, а на глубине 25 см до —4,1°.

Кроме того, зима 1954—1955 года была неустойчивой. В декабре, январе и феврале были три оттепели, когда температура в воздухе поднималась до +2,4°С, причем в декабре стаял весь снег, в январе он местами лежал слоем всего в 2 — 3 см, а в феврале — 6 — 8 см. Сразу за оттепелями наступило резкое похолодание со снижением температуры воздуха в течение 3—4 дней до — 17 — 21°С. Эти резкие скачки, вероятно, и оказались пагубными для южных подвоев.

Ввиду того, что такие резкие колебания температур зимою в нашей области—явление не редкое и повторение их вполне возможно, то у нас указанные виды подвоев нельзя рекомендовать для использования.

Парадизка типа IX и дусен типа III

Более успешно шла работа с парадизкой типа IX и дусеном типа III. Эти формы карликовых подвоев при испытании их пригодности в условиях Горьковской области дали лучшие результаты.

Подвои и яблони, привитые на парадизке типа IX зимы 1951—1952, 1952—53 и 1953—54 годов пережили без повреждений. Зимою же 1954-55 года и этому подвою, как и парадизке типа VIII, был нанесен значительный ущерб, но меньший, чем парадизке типа VIII. В эту зиму вымерзло 31% саженцев, привитых на парадизке типа IX. Приствольные круги у саженцев были ничем не замульчированы.

Прочие саженцы летом 1955 года хорошо развивались, единичные экземпляры цвели и дали плоды. Трехлетки к осени достигли высоты

в 73 сантиметра и диаметра в 13 мм; листовая поверхность была осенью 42 кв. дм, общий прирост ветвей за третий год (на двухлетках) достиг 150 см. Зиму 1955—56 года подвои и саженцы, привитые на парадизке типа IX, перенесли без повреждений.

Снежный покров достигал 25—30 см, низшая температура—33°С. Большинство трехлеток хорошо плодоносили.

На основании полученного опытного материала можно сделать вывод о пригодности парадизки типа IX как карликового подвоя и для Горьковской области. Следует лишь рекомендовать для избежания повреждений корневой системы принимать предупредительные меры в виде хорошей поливки и мульчирования осенью приствольного круга навозом или торфяной крошкой слоем до 10 см. В крайнем случае можно раскидывать мелкий хворост или старый малинник по приствольному кругу для обеспечения снегозадержания.

Подвой дусен типа III оказался достаточно зимостойким, давал сдержанный рост привою — например, средняя высота двухлеток была 80—90 см, трехлеток—около 1,3 м.

Привитые сорта Боровинка, Пепин шафранный, Грушовка московская, Анис алый и другие плодоносили на 3—4 год. Этот вид подвоя может широко использоваться в Горьковской области.

Интересные результаты получены от новых, еще не испытанных видов карликовых подвоев, отобранных нами для работы с ними в Горьковской области. Такими были три разновидности сибирской ягодной яблони (Супракра из Барнаула, Malus Boccata genuina vera из Забайкалья, низкорослая разновидность яблони Палласа из Горно-Алтайска); две разновидности низкорослых форм Ранетки пурпуровой из Горно-Алтайска (1-я форма и 2-я форма), Таежное И. В. Мичурина, яблоня Цума из Уманского сельскохозяйственного института и местная ирга.

Яблоня Супракра. Из семян этой низкорослой разновидности в 1953 году было выращено около 300 шт. сеянцев. Одна часть из них была взята в подвал для зимней прививки, другая—для весенней посадки в 1-е поле питомника, третья—оставлена в открытом грунте для наблюдений за их морозоустойчивостью.

Морозоустойчивость подвоя оказалась очень высокой. Несмотря на неблагоприятные зимы 1953-54, 1954-55 и 1955-56 годов с низкими температурами, резкими колебаниями температуры и отсутствием снежного покрова, никаких повреждений на подвоях не было.

Сеянцы подвоя и привитые на них привои характеризовались сдержанным ростом—меньшим, чем у парадизки типа IX. Приживаемость на подвое местных и мичуринских сортов яблони была хорошей. Наблюдалось раннее начало плодоношения у привитых сортов яблони. Подвой хорошо размножается корневыми черенками, так что обеспечивается передача карликовости.

Все это характеризует яблоню Супракра как хороший подвой для карликовой яблони в нашей зоне.

Испытания двух форм низкорослой Ранетки пурпуровой дали хорошие результаты.

Семена Ранетки пурпуровой низкорослой 1-й формы получены в апреле 1951 года, а 2-й формы—в декабре 1952 года.

Сеянцы этих подвоев росли со средней быстротой; корневая система их была хорошо разветвленной, но не глубокой. Высота трехлеток, привитых на 1-й форме—1,2—1,3 метра, толщина штамба—18—22 мм, листовая поверхность—85 кв. дм.

Рост сортов, привитых на 2-й форме, был еще более сдержанным и соответствовал примерно росту парадизки типа IX.

Приживаемость сортов яблони при летней окулировке и зимней прививке в начале марта была хорошей. Сеянцы и выращенные на

них саженцы имели хорошо разветвленную, не глубоко проникающую в почву корневую систему. Морозоустойчивость их очень высокая, вступление в плодоношение — раннее. Отдельные двухлетки цвели, а трехлетки плодоносили в количестве до 35% подопытных растений.

Результаты испытания этих двух разновидностей сибирской ранетки, имеющей несколько десятков форм, говорят о том, что имеется возможность отобрать несколько низкорослых форм, пригодных для использования в качестве карликового подвоя яблони.

Разновидность сибирской ягодной яблони (Malus Boccata Pallasiana), семена которой получены из Горно-Алтайской станции, не оправдала себя как карликовый подвой. Выращенные на сеянцах этого подвоя яблони Боровинки имели рост, свойственный среднерослым яблоням: трехлетки были высотой в 1,5—1,9 метра, диаметром в 28—35 мм.

Таежное И. В. Мичурина. В декабре 1952 года из Горно-Алтайской опытной плодово-ягодной станции были получены семена яблони Таежное И. В. Мичурина. В 1953 году эти семена, после стратификации, в апреле были высеяны в школу сеянцев. Всходы получились хорошие; сеянцы к сентябрю достигли средней высоты в 45 см, диаметр штамба—5 мм. Корневая система была хорошо разветвленной, метельчатой. Оставленные на зиму в открытом грунте сеянцы показали высокую зимостойкость—они перезимовали без всяких повреждений. В 1954 году 130 штук из них были пересажены в 1-е поле питомника. За лето сеянцы достигли высоты в 60—65 см, диаметра—в 6—8 мм. В августе 90 штук были окулированы местными и мичуринскими сортами яблони.

Весенняя ревизия 1955 года показала, что из 90 растений хорошо прижились 83. Высота окулянтов в сентябре—60 см, диаметр штамба—11 мм, листовая поверхность—10,5 кв дм. Зиму 1955-56 г. растения благополучно перезимовали и были высажены в сад с обрезкой до 50 см. К сентябрю они достигли средней высоты в 70 см; диаметр их 13 мм, листовая поверхность—24 кв дм. Общий прирост ветвей—до 80 см.

Умеренный рост сеянцев этого типа подвоя и привитых на них культурных сортов яблонь, хорошая корневая система и очень высокая зимостойкость оправдывают предположение И. В. Мичурина о том, что эта яблоня может быть использована как карликовый подвой в северных районах. Подвой можно рекомендовать в производство.

Яблоня Цума. Мы используем этот вид подвоя лишь для проверки низкорослости и зимостойкости его. В работах профессора Любочко (Уманский сельскохозяйственный институт) указывается, что при испытании на низкорослость целого ряда разновидностей яблони наибольшая сдержанность роста наблюдается у яблони Цума. Семена были присланы кафедрой плодоводства Уманского сельскохозяйственного института. После стратификации весной 1952 года мы их высеяли. Растения оказались „сверхкарликами"—высота их 10—25 см, диаметр—2—3 мм.

Все сеянцы для проверки их зимостойкости были оставлены на зиму в школе сеянцев. Весной 1953 года все они оказались неповрежденными. Из них отобрали 14 растений высотою 15—20 см и высадили в 1-е поле питомника. К августу они достигли высоты в 25—40 см и толщины в 3—5 мм. Несмотря на затруднительность окулировки, они были в 1-й декаде августа окулированы. Прижились 5 окулянтов. Они благополучно перезимовали, хорошо развивались летом и к осени 1954 года были высотой в 45 см, толщиной в 8 мм; листовая поверхность их—6 кв дм. Высота их осенью 1955 года—65 см,

диаметр штамба 10 мм, листовая поверхность—17 кв. дм. Весной 1956 года на одном растении из пяти было 4 цветка, но завязи они не дали.

Учитывая низкорослость подвоя и привитых на нем деревьев, а также хорошую зимостойкость, можно предполагать, что яблоня Цума—перспективна у нас в качестве подвоя.

Ирга. Испытана как подвой для карликовой яблони И. В. Мичурина. Он отзывался о ней как о подвое, пригодном для карликовой яблони, и высказывал положение об испытании ее в разных зонах страны.

Стратифицированные семена ирги были высеяны весною 1953 года. Они дали дружные всходы, но росли они очень слабо: высота их осенью — всего 20 см, толщина — 3 — 4 мм. Они зимовали в грунте. Весною 1954 года 60 сеянцев были высажены в 1-е поле. К августу они достигли высоты в 50 см, но дали плохой прирост в толщину—диаметр их — 4 — 5 мм. В августе 39 растений были окулированы местным и мичуринским сортами.

Осенняя ревизия показала плохую приживаемость окулировок—всего 50%, а весенняя (1955 года) — 18%. Окулированные растения в 1955 году прижились на 25%.

Полагаем, что здесь сказалась трудность окулировки при толщине штамба в 4—5 мм.

Высота двухлеток—40—45 см, диаметр штамба — 6— 8 мм, трехлеток—соответственно — 50 — 55 мм и 9 мм.

Таким образом, на основании имеющегося опытного материала мы имеем основание заключить, что ирга в нашей области может быть использована как подвой для карликовой яблони.

Двойная прививка

В литературе по карликовому плодоводству есть высказывания о возможности получения карликовой яблони и на высокорослом подвое. Например, В. И. Будаговский, говоря о способах размножения карликовых подвоев, при недостатке материала для размножения, рекомендует производить прививку парадизки типа IX глазком на обыкновенный высокорослый подвой, а затем на другой год на привитую парадизку уже прививать, как на карликовый подвой, любой сорт яблони. „Перемычка“ из куска парадизки длиной в 7 — 8 см придавала растению все свойства карлика, непосредственно привитого на парадизке.

Прививку на высокорослом подвое с „перемычкой“ из черенка карлика—например, парадизки, можно сделать и другим путем — при помощи двойной зимней прививки. На корень высокорослого подвоя нужно привить копулировкой сперва черенок парадизки типа IX (или другого карликового подвоя). Одновременно на парадизку также копулировкой надо привить черенки желательного сорта яблони. Этот способ, по сравнению с первым, ускоряет срок получения саженцев карликовой яблони на один год.

Мы применяли этот способ в течение четырех лет и выяснили, что, во-первых, в нашем районе метод двойной прививки дает культурные яблони со сдержанным ростом, соответствующим росту карлика, выращенного непосредственно на парадизке; во-вторых, применяя способ зимней двойной прививки можно получать 60 — 70 процентов карликовых саженцев привитых растений; в-третьих, при глубокой посадке растения переходят на новые корни, которые дает парадизка, причем корни высокорослого подвоя продолжают функционировать. Это страхует дерево от гибели в случае вымерзания корней парадизки.

В качестве высокорослого подвоя может быть использован любой из распространенных в нашей зоне (лесная яблоня, китайка или Ранетка пурпуровая). Наиболее подходящей все же следует считать Ранетку пурпуровую.

ВЫВОДЫ

На основании полученных результатов мы можем сделать следующие выводы.

1. Испытанные нами парадизка типа VIII, яблоня Хомандули, дусены типа II и IV и Баба-арабская яблоня оказались недостаточно зимостойкими в условиях Горьковской области. Их нельзя рекомендовать для производственного использования.

2. Подвои парадизка типа IX и дусен типа III показали себя в Горьковской области достаточно зимостойкими. При применении осеннего мульчирования приствольных кругов навозом или торфокомпостом слоем в 8—10 см эти подвои можно рекомендовать для производства.

3. Как карликовый подвой можно использовать низкорослые формы сибирской ягодной яблони—например, Супракру.

При использовании сибирской ягодной яблони необходим отбор действительно низкорослых форм ее. В нашей работе мы столкнулись с таким явлением, когда семена, присланные из Горно-Алтайской станции, по сообщению взятые из плодов двух низкорослых деревьев, при испытании дали высокорослые растения. При прививке на них Боровинки и Грушовки московской получились нормальные деревья.

При отборе для подвоев сибирской ягодной яблони необходимо проверить их биологическую совместимость с привоем. Следует брать такие разновидности сибирок, у которых второе сокодвижение проходит во второй декаде июля.

4. Хорошими карликовыми подвоями являются низкорослые формы сибирских ранеток. Привои ведут себя так, как будто бы они привиты на парадизке типа IX. Эти подвои весьма зимостойки в Горьковской области.

5. Хорошие результаты получены при использовании яблони Таежное И. В. Мичурина. Ее вполне можно рекомендовать как подвой для карликовой яблони.

6. Следует рекомендовать для дальнейшего испытания яблоню Цума.

7. Можно использовать в качестве подвоя для карликовой яблони иргу, уточнив приемы окулировки на ней яблони, которые дали бы больший процент приживаемости глазков.

8. При отсутствии в необходимом количестве карликовых подвоев мы рекомендуем использовать при выращивании саженцев карликовой яблони метод двойной зимней прививки.

К. А. Шигонин,
кандидат сельскохозяйственных наук

НОВЫЙ СОРТ ТОМАТОВ ГОРЬКОВСКИЙ 44

Одной из важных задач в сельском хозяйстве в настоящее время является повышение урожайности всех сельскохозяйственных культур, а также резкое увеличение производства картофеля и овощей, особенно в зонах крупных городов и промышленных центров нашей страны.

В повышении продуктивности земледелия существенное значение имеет сорт, особенно в овощном производстве. При одних и тех же затратах денежных средств на единицу площади, при проведении одного и того же комплекса агромероприятий, можно получить разное количество и качество продукции в зависимости от возделываемых сортов. Так, в 1956 году на полях первого отделения учебно-опытного хозяйства Горьковского сельскохозяйственного института мы получили в совершенно одинаковых условиях общий урожай помидоров по стандартному для Горьковской области сорту Штамбовый Алпатьева 905-а, в пересчете на гектар, 193,8 цент., а по Горьковскому 44—398,5 цент., т. е. вдвое больше. Из этого следует, насколько важным фактором в повышении урожайности данной культуры является правильный подбор сорта, вполне приспособленного к условиям выращивания.

Выведением новых и улучшением существующих сортов овощных растений для Горьковской области и смежных с ней областей занимаются сотрудники кафедры селекции и семеноводства плодовых и овощных культур и овощной селекционной станции Горьковского сельскохозяйственного института.

В 1941 году была начата селекционная работа с местным Печерским сортом томатов, обозначенным в нашем каталоге под номером 278. Первые семь лет работа по улучшению сорта проводилась методом массового отбора, а с 1948 года—методом индивидуального отбора с оценкой отобранных растений-родоначальников—по их потомству. До применения отбора по семьям сорт представлял собой сравнительно пеструю популяцию. По типу куста растения были компактные и раскидистые; длина основного стебля варьировала от 70 см до 150 см и более; кисти встречались простые, однократно, двухкратно и даже трехкратно разветвленные; плоды имели индекс формы от 0,7 до 1,0.

За шесть лет непрерывной работы методом индивидуального отбора нам представилось возможным выравнять этот сорт по мор-

фологическим признакам, повысить его урожайность, улучшить товарность плодов и ускорить начало плодоношения на несколько дней.

Этот сорт получил за высокие качества хорошую оценку со стороны широких кругов овощеводов северных районов нашей страны, особенно Сибири и ДВК. Об этом свидетельствуют многочисленные письма, получаемые нами.

Путем индивидуального же отбора из сорта Печерского 278 в 1948 году на овощной селекционной станции мы вывели новый сорт, названный Горьковский 44.

Горьковский 44 имеет детерминантный, полустоячий, среднеоблиственный куст, высотой 45—60 см. Длина основного стебля растений по нескольким сортам указана в таблице 1.

Таблица 1

Средний размер основных стеблей растений

№№ п/п.	Название сорта	1955 год		1956 год	
		количество промеров	средняя длина стебля (в см)	количество промеров	средняя длина стебля (в см)
1	Печерский 278	50	94,9	50	112,0
2	Горьковский 44	50	67,0	50	83,0
3	Пушкинский 333	50	46,8	—	—
4	Гибрид Пушкинский × . . Печерский	50	65,9	—	—
5	Бизон 639	50	70,6	—	—

По длине стебля у сорта Печерского 278 имело место варьирование: в 1955 году от 78 до 105 см, а в 1956 году—от 95 до 141 см, у сорта же Горьковского 44—соответственно—от 54 до 80 см и от 63 до 109 см. Следует отметить, что растения всех указанных в таблице 1 сортов выращивались на полевых землях. Кроме того, 3 сорта культивировались в теплице. В этих условиях средняя длина основного стебля у сорта Печерского 278 оказалась равной 198,7 см, у Горьковского 44—120,3 см, у Лучшего из всех—238,2 см.

Сорт Горьковский 44 имеет листья обыкновенные, светло-зеленые; доли листа некрупные; поверхность листовой пластинки гладкая. Кисть простая и однократно разветвленная, компактная; плодов на ней 5—9. Первая цветочная кисть закладывается над 8—9 листом, сравнительно редко—над 7 листом.

Таблица 2

Расположение первых цветочных кистей над листьями основного стебля растения

№№ п/п.	Название сорта	Число подсчетов	В открытом грунте						В теплице		
			1955 год			1956 год					
			1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
			цветочная кисть			цветочная кисть			цветочная кисть		
1	Печерский 278 .	50	8,3	12,0	14,5	8,6	10,6	12,5	8,5	11,4	14,6
2	Горьковский 44 .	50	8,3	10,1	12,2	8,6	10,1	10,8	8,8	10,4	12,8
3	Пушкинский 333	50	7,0	9,0	12,3	—	—	—	—	—	—
4	Гибрид Пушкинский × Печерский	50	7,2	9,4	12,8	—	—	—	—	—	—
5	Бизон 639 . . .	50	7,0	9,6	13,0	—	—	—	—	—	—
6	Лучший из всех 318	50	—	—	—	—	—	—	9,2	13,2	15,5

У скороспелых сортов первая цветочная кисть обычно расположена ниже, чем у позднеспелых. Из таблицы 2 видно, что первые цветочные кисти у Горьковского 44 закладываются над теми же листьями, что и у Печерского 278, но вторая и третья расположены чаще. Это очень важно, так как дружность или энергия созревания плодов зависит в значительной степени от частоты расположения кистей. Следует отметить, что третья цветочная кисть у Горьковского 44 закладывается даже ниже, чем у скороспелых Пушкинского 333 и Бизона 639. Таким образом, этот сорт более скороспел, чем Печерский 278. От всходов до созревания первых плодов ему необходим период в 95—105 дней. Отдача урожая у сорта дружная.

Форма плодов округлая, индекс 0,8—0,9, поверхность гладкая, окраска красная, мякоть красная, кожица желтая. Плоды малосемянные, многокамерные (8—12), расположение их неправильное. Вкусовые качества очень хорошие—такие же, как у исходного сорта. Размер почти такой же, как у Печерского 278, что можно видеть из таблицы 3.

Таблица 3

Средний размер спелых плодов томатов

№№ п/п.	Название сорта	Вес (в граммах)		
		1954 г.	1955 г.	1956 г.
1	Печерский 278	114,5	104,3	180
2	Горьковский 44	97,0	105	178
3	Гибрид Пушкинский × Печерский . .	77,6	—	153
4	Пушкинский 333	55,1	—	—

Средний вес плодов по годам у разных сортов сильно варьировал, что зависело от погодных условий летнего периода и от степени плодородия почвы.

Плоды сорта Горьковский 44 имеют исключительно высокую товарность, они хорошо сохраняются в лежке, во время перевозок; в сухом и теплом помещении быстро дозревают.

Высокими достоинствами сорт Горьковский 44 обладает и в отношении урожайности (см. таблицу 4).

Таблица 4

Урожай плодов томатов

№№ п/п.	Наименование сорта	1954 год			1955 год			1956 год		
		общий урожай (ц/га)	спел. плод. (ц га)	% выхода спел. плод. к общ. урож.	общий урожай (ц/га)	спел. плод. (ц/га)	% выхода спел. плод. к общ. урож.	общий урожай (ц/га)	спел. плод. (ц/га)	% выхода спел. плод. к общ. урож.
1	Печерский 278	381,6	263,3	68,9	200	132,6	66,3	311,8	90,2	28,9
2	Горьковский 44 . . .	504,1	330,6	65,6	212,2	177,5	83,1	398,5	129,9	32,6
3	Скороспелый волжский 288	—	—	—	—	—	—	263,8	103,4	39,2
4	Штамбовый Алпатьева 905а	—	—	—	—	—	—	193,8	112,2	57,9
5	Гибрид Пушкинский × Печерский	—	—	—	—	—	—	385,5	125,1	32,4

Как общий урожай, так и урожай спелых плодов за 3 года исследования оказался у нового сорта выше, чем у Печерского 278. В опытах 1956 года он был также выше урожая и других стандартных сор-

тов Горьковской области (Скороспелый Волжский 288, Штамбовый Алпатьева 905а). Исследование сортов по годам проводилось в одинаковых условиях.

По нашей просьбе в 1956 году агрономом А. А. Атласкиным было произведено сортоиспытание томатов в колхозе имени Кирова, Кстовского района, Горьковской области. Целью этого опыта было—оценить сорт Горьковский 44.

В сортоиспытание были включены следующие сорта: Горьковский 44, Штамбовый Алпатьева 905а (стандарт) и Скороспелый Волжский 288.

Работу проводили при двух площадях питания: 70×70 и 70×50 см. Как в первом, так и во втором случаях каждый сорт высаживали в 4-кратной повторности, по 200 растений в каждой.

Рассада выращивалась в парниках, в торфо-перегнойных горшочках.

Таблица 5

Урожайность плодов (в центнерах с гектара)

Площади питания (в см)	Название сорта	Сроки сбора плодов				Всего (в ц/га)	% к стандарту
		1—15 августа	15 августа—1 сентября	1—15 сентября	15—20 сентября		
70×70	Горьковский 44	28,27	2,34	221,25	87,5	339,38	142,13
	Скороспелый Волжский 288	12,34	5,97	157,96	74,5	250,77	105,0
	Штамбовый Алпатьева 905а	18,94	6,52	143,18	70,15	238,78	100,0
70×50	Горьковский 44	31,32	6,34	207,4	79,65	324,73	125,83
	Скороспелый Волжский 288	17,39	9,96	181,86	82,14	291,4	112,9
	Штамбовый Алпатьева 905-а	21,43	9,93	154,59	74,14	258,09	100,0

А. А. Атласкин пишет: „Сорт Горьковский 44 выгодно отличается от других скороспелостью и, что особенно важно, прекрасными вкусовыми качествами. По оценке колхозников, участвовавших в дегустации, самым невкусным был сорт Волжский скороспелый 288“.

Размер спелых плодов по сортам характеризуется следующими д нными (см. таблицу 6).

Таблица 6

Средний вес плода в граммах

№№ п/п.	Название сорта	Сроки сбора	
		1—15 августа	с 15 августа по 1 сентября
1	Горьковский 44	126	98,7
2	Скороспелый Волжский 288	90,2	58,5
3	Штамбовый Алпатьева 905 а	73,8	58,9

В заключение А. А. Атласкин пишет: „Учитывая весьма ценные качества сорта Горьковский 44, колхоз имени Кирова в 1957 году займет под этим сортом 2 гектара, а в последующем будет выращивать помидоры только сорта Горьковский 44“.

Для получения высоких и устойчивых урожаев плодов с высокими товарными и вкусовыми качествами необходимо определить комплекс агротехнических мероприятий, отвечающих требованиям нового сорта.

В этой статье мы остановимся только на тех из изучаемых нами элементах агротехнического комплекса, которые не являются общими для данной культуры.

В течение двух лет мы проводили специальные опыты с целью выяснения, при какой площади питания и форме куста Горьковский 44 является более урожайным.

В 1954 году растения высаживали в 4-кратной повторности, в каждой по 20 растений, при площадях питания 70×70 см и 60×60 см. При обеих площадях питания растения выращивали в естественной (первый вариант), в 3-стебельной (второй вариант) и одностебельной форме куста (третий вариант).

В 1955 году опыт проводился по аналогичной же схеме, с той лишь разницей, что в повторности высаживали по 50 растений и был выключен третий вариант—с одностебельной формой куста.

Результаты опытов приводим в таблице 7.

Таблица 7

Урожай плодов сорта Горьковский 44 в зависимости от площади питания и формы куста

Варианты	Общий урожай		Урожай спелых плодов			
	с одного растения (кг)	с одного гектара (ц)	с одного растения (кг)	с одного гектара (ц)	% спелых плодов к общему урожаю	средний вес плода (г)
1954 год						
70×70 см						
Естественная форма куста	2,47	504,1	1,62	330,6	65,6	90,6
3-стебельная	1,68	342,9	1,2	244,9	71,4	89,4
Одностебельная	0,74	151,0	0,58	118,4	78,3	90,3
60×60 см						
Естественная форма куста	1,87	519,4	1,17	324,9	62,6	84,1
3-стебельная	1,34	372,2	0,88	244,4	65,8	89,7
Одностебельная	0,84	233,3	0,64	177,8	76,4	99,6
1955 год						
70×70 см						
Естественная форма куста	1,04	212,2	0,87	177,5	83,5	101,8
3-стебельная	0,8	163,2	0,73	148,9	92,2	92,8
60×60 см						
Естественная форма куста	0,84	233,3	0,72	200,0	86,0	86,0
3-стебельная	0,64	186,1	0,60	166,7	89,6	86,9

С уменьшением площади питания, в одном и том же варианте, общий урожай и урожай спелых плодов с растения падает, за исключением 3-го варианта. В зависимости от формы куста, при одних и тех же площадях питания, общий урожай и урожай спелых плодов также значительно изменяется. Наивысший урожай во всех случаях получен при естественной форме куста, меньший—при 3-стебельной и самый малый—при одностебельной форме куста.

В 1954 и 1955 годах общий валовой урожай плодов в пересчете на гектар во всех вариантах опыта был несколько больше при площади питания 60×60 см. Выход же спелых плодов в 1954 году оказался несколько выше в первых двух вариантах при площади питания 70×70 см, а в 1955 году—наоборот.

На основании полученных данных можно прийти к следующему заключению: сорт Горьковский 44 целесообразно культивировать в годы с нормальной температурой и влажностью в естественной форме

куста, в годы же влажные можно применять частичное пасынкование, предоставляя в обоих случаях площадь питания в открытом грунте 70×70 см.

В эти же годы мы изучали и влияние квадратно-гнездового способа посадки на продуктивность сорта Горьковский 44.

В 1954 году растения высаживали при площади питания 70×70 см (первый вариант) и 90×90 см (второй вариант). Опыт проводили в 4-кратной повторности. В первом варианте в каждой повторности высаживали по 100 растений, по одному растению в гнезде, во втором варианте—80 гнезд, по 2 растения в гнезде.

В 1955 году работу проводили при площадях питания 70×70 см и 99×99 см. При первой площади питания высаживали одно и два растения в гнезде, при второй—два и три растения в гнезде

Повторность была принята 4-кратная, в каждой—при площади 70×70 см—по 100 гнезд, а при площади питания 99×99 см—70 гнезд.

Расстояние между растениями в гнездах было принято 20 см. Во всех случаях культуру вели в 3-стебельной форме куста.

Результаты опытов приводим в таблице 8.

Таблица 8

Урожай плодов томатов сорта Горьковской 44 при квадратно-гнездовой посадке

Варианты	Общий урожай			Урожай спелых плодов				
	с 1 растен. (кг)	с 1 гнезда (кг)	в ц/га	с 1 растен. (кг)	с 1 гнезда (кг)	в ц/га	% выхода спел. плод. к общему урожаю	средний вес плодов (в граммах)
1954 год								
70×70 см								
1 растение в гнезде . . .	1,89	1,89	385,7	1,24	1,24	253,0	65,6	106,2
90×90								
2 растения в гнезде . . .	1,49	2,98	367,8	1,02	2,04	251,8	68,7	107,5
1955 год								
70×70 см								
1 растение в гнезде . . .	1,05	1,05	214,3	0,74	0,74	152,6	70,5	105,9
2 „ „ „ „ „	0,65	1,30	265,3	0,43	0,86	177,2	66,6	100,6
99×99 см								
2 растения в гнезде . . .	0,95	1,91	194,9	0,56	1,12	114,7	58,8	111,6
3 „ „ „ . . .	0,74	2,22	226,5	0,37	1,11	113,3	49,9	100,7

Как общий урожай, так и урожай спелых плодов в 1954 году получен выше в первом варианте, несмотря на то, что во втором варианте в пересчете на гектар было высажено растений больше на 4280 штук.

В 1955 году наивысший урожай в пересчете на гектар получили при площади питания 70×70 см, когда высаживали по 2 растения в гнездо. Но в этом случае расход рассады увеличивался в два раза, кроме того, осложнялась посадка и уход за растениями. Поэтому с точки зрения экономической внедрять данный метод посадки в производство нецелесообразно.

При площади питания 99×99 см урожай спелых плодов был в обоих случаях значительно ниже, чем при обычной посадке.

Следовательно, сорт Горьковский 44 лучше культивировать при площади питания 70×70 см, по одному растению в лунке.

В настоящее время в производстве получило широкое распространение выращивание рассады овощных культур в торфо-перегной-

ных горшочках и применение в качестве удобрений органо-минеральных смесей. Мы поставили перед собой задачу выяснить влияние перегнойных горшочков и органо-минеральной смеси на урожай плодов томатов нового сорта.

Опыт проводился в трех вариантах, при площади питания 70×70 см, в 4-кратной повторности, по 50 растений в каждой.

Первый вариант. Рассаду выращивали в парниках в перегнойно-земляных горшочках, в которых ее и высаживали в поле. Смесь для горшочков готовили из двух объемных частей перегноя и одной части парниковой земли. На один кубический метр этой смеси добавляли 3 кг суперфосфата, 1 кг аммиачной селитры и 1 кг хлористого калия.

Второй вариант. Рассаду выращивали в парниках на такой же смеси (слой 16 см), которая применялась для поделки горшочков. При посадке рассады в открытый грунт в лунки вносили эту смесь в количестве равном объему одного горшочка.

Третий вариант. Рассаду выращивали в парниках на обычной парниковой земле. На полевой участок растения высаживали обычным способом, без применения органо-минеральной смеси (стандарт). Приводим полученные данные.

Таблица 9

Влияние горшочков и органо-минеральной смеси на урожай плодов томатов

№№ п/п.	Варианты	Общий урожай плодов			Урожай спелых плодов				
		с 1 растен.	в ц/га	в % к стандарту	с 1 растен.	в ц/га	выход спелых плодов к общему урожаю (в %)	в % к стандарту	вес плодов в граммах
1	Горшочки	1,05	214,3	129,6	0,86	175,5	82,1	124,6	76
2	Органо-минеральная смесь	0,9	193,6	111,0	0,72	146,9	79,8	104,3	87
3	Стандарт	0,81	165,3	100,0	0,69	140,8	85,3	100,0	81,4

Эти данные свидетельствуют о том, что при использовании торфо-перегнойных горшочков можно значительно поднять урожай плодов томатов. В данном случае общий урожай плодов составил 129,6% к стандарту, а спелых—124,6%.

Влияние же органо-минеральной смеси на урожай плодов незначительное, особенно на выход спелых томатов.

В условиях теплицы сорт Горьковский 44 по общему урожаю плодов значительно уступает сорту Лучший из всех. Но в первый месяц плодоношения Горьковский 44 дает значительно большее количество плодов, чем Лучший из всех.

При наличии высоких достоинств, новый сорт имеет и некоторые недостатки. В сухие годы, при выращивании растений на бесструктурных средних и тяжелых суглинках, имеет место заболевание первых плодов вершинной гнилью. Но процент больных плодов небольшой, он значительно меньше, чем у сорта Печерского 278. Во влажные годы, а также на структурных почвах это заболевание почти отсутствует.

Дальнейшая селекционная работа с этим сортом должна вестись в направлении полного устранения поражаемости плодов вершинной гнилью при любых условиях выращивания растений.

В. В. Капацинский,
кандидат сельскохозяйственных наук

ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ У СКОТА КРАСНОЙ ГОРБАТОВСКОЙ ПОРОДЫ И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

Как известно, при работе по улучшению сельскохозяйственных животных в основу осуществляемого отбора и подбора кладутся данные, характеризующие продуктивность, живой вес, происхождение или способность передавать полезные качества потомству. Большое внимание при отборе уделяется также экстерьеру и конституции.

Показатели экстерьера и конституции дают возможность определить направление продуктивности животного, состояние его здоровья и способность к сопротивлению внешним неблагоприятным условиям. При отборе, проводимом среди мясных и рабочих животных, показатели экстерьера и конституции могут быть использованы и для оценки мясной или рабочей продуктивности.

В известной степени по экстерьеру можно судить и о молочной продуктивности. Об этом свидетельствуют результаты исследований, в которых ставилась цель установить коррелятивные зависимости между удоями крупного рогатого скота, величиной отдельных промеров и балльной оценкой экстерьерных статей. Среди исследователей, занимавшихся изучением указанных коррелятивных связей, можно назвать американского зоотехника Гоуэна и нашего советского ученого—проф. А. А. Маторина. Оба эти исследователя нашли некоторую зависимость удоя коров от величины отдельных промеров. Но полученные ими коэффициенты корреляции не превышали 0,2—0,36. Еще меньшая зависимость была ими обнаружена между величиной удоя и теми экстерьерными, а также конституциональными признаками, которые ранее считались признаками молочности.

Вследствие некоторого разочарования в деле отыскания вполне прочных связей между экстерьером и молочной продуктивностью животного, многие исследователи направили свое внимание на выяснение существования таковых же связей между молочностью крупного рогатого скота и его интерьерными показателями—главным образом, теми, которые могут быть изучены при жизни животного без вреда для последнего. В этом отношении интересны исследования, проведенные Замятиным и Краснокутской, которые установили довольно высокую коррелятивную связь между числом потовых желез на единице поверхности кожи и удоем коров. В 1953 году существование

положительной корреляции между двумя указанными признаками было подтверждено К. И. Клюшкиным. Коэффициент корреляции между величиной молочной продуктивности коров красной горбатовской породы и количеством просветов потовых желез на единице поверхности кожи уха, по его данным, оказался равным 0,79. Им же была установлена положительная корреляция между содержанием количества долек сальных желез и процентом жира в молоке.

Среди работ, посвященных вопросу установления связей между показателями интерьера и продуктивности животных, заслуживает большого внимания работа, выполненная Б. Тихомировым. Он нашел, что существует высокая зависимость между величиной зобной железы у вылупившихся цыплят и их жизненностью, а также способностью к росту и развитию.

Многие исследователи посвятили свои работы изучению морфологического и химического состава крови животных. Кровь среди прочих элементов интерьера заслуживает особого внимания, так как она является тканью, способной оказывать влияние на все жизненные процессы, происходящие в организме животного. В какой степени нормальная работа организма и всех его составных частей зависит от крови, показывает то, что всякие нарушения в свойствах крови вызывают ослабление работы отдельных органов, а в ряде случаев приводят к еще более тяжелым последствиям.

Огромное влияние, которое оказывает кровь на все жизненные процессы, происходящие в организме, обусловливается тем, что она доставляет к тканям тела пищу, кислород, секреты эндокринных желез, вырабатывает антитела против попадающих в организм вредных начал и удаляет из него продукты распада. Помимо этого, по данным Збарского, эритроциты принимают участие в транспортировке по организму аминокислот.

Кровь сначала изучали преимущественно работники медицины и ветеринарии, ставившие своей задачей выяснить, какие изменения в морфологическом и химическом составе крови происходят при различных видах заболеваний у человека и животных. Как известно, во врачебной практике показатели крови оказывают весьма существенную помощь при постановке диагноза заболеваний. В более позднее время изучением крови у сельскохозяйственных животных стали заниматься и работники зоотехнии. Последних привлекла возможность использования показателей крови для целей селекции, так как имелись достаточные основания предполагать, что по составу крови можно судить не только о патологическом состоянии организма животных, вызванного тем или другим заболеванием, но и о тех физиологических особенностях, которые определяют хозяйственную ценность пород и отдельных их представителей.

Работ по исследованию крови сельскохозяйственных животных к настоящему времени выполнено относительно большое количество. Во многих из них объектом исследования являлась кровь крупного рогатого скота. При этом преследовалась цель установить состав крови у животных разных пород и выявить зависимость показателей крови от возраста животного, его пола, величины продуктивности, периода лактации и ряда других факторов.

Изучая кровь крупного рогатого скота, большинство исследователей меньшее внимание уделяло содержанию в ней лейкоцитов и процентному распределению отдельных форм последних. Основное внимание при изучении крови данного вида животных обращалось на содержание в ней гемоглобина и числа эритроцитов в 1 мм^3, так как по этим показателям имеется возможность судить об интенсивности окислительных процессов, идущих в организме. Степень же интенсивности происходящих внутри организма окислительных про-

цессов не может быть не связанной в той или иной степени с продуктивностью животного или, по крайней мере, со степенью выраженности основного направления его продуктивности.

Что крупный рогатый скот различного направления продуктивности обладает неодинаковыми показателями красной крови,—на это обратил внимание еще Дюрст. Он, используя данные, полученные различными исследователями, подметил, что ширале, шортгорны, герефорды и абердинангусы имеют кровь более концентрированную (в отношении сухого остатка, числа эритроцитов и содержания гемоглобина), чем джерсеи, голландский и еверляндский скот. При этом Дюрст разницу в показателях крови названных пород попытался объяснить различием их конституциональных типов.

Нашим советским ученым К. А. Акопяном была изучена кровь коров двух мясячных пород (шортгорнов и герефордов), трех молочных (ангельнов, остфризов и ярославской) и двух мясомолочных (помесей симменталов и швицев). Наивысшими показателями по содержанию гемоглобина и числу эритроцитов в 1 мм^3 крови обладали, по его данным, животные мясных и молочных пород, более низкими показателями—мясомолочных пород.

О высоком содержании в крови животных мясных пород (герефордов, шортгорнов, а также астраханского скота) гемоглобина и эритроцитов свидетельствуют также данные, полученные Х. Ф. Кушнером.

Сообщения названных советских исследователей свидетельствуют о наличии значительного различия в показателях крови у пород не только разного, но и одинакового направления продуктивности. Помеси, получаемые при скрещивании представителей разных пород, тоже характеризуются своеобразной картиной крови. По сообщению К. А. Акопяна, помеси, полученные от скрещивания коров ярославской породы с быком остфризом, по сравнению с чистопородными остфризами имели более низкие показатели красной крови.

Значительное количество исследований, касающихся изучения состава крови крупного рогатого скота, было посвящено вопросу—в какой степени показатели крови изменяются в связи с возрастом, живым весом, экстерьером, конституцией, а также полом и величиной продуктивности.

Изучением возрастной изменчивости показателей красной крови занимались очень многие исследователи, поэтому мы располагаем по этому вопросу наиболее богатыми литературными данными. Большинство исследователей пришло к выводу, что наибольшее количество эритроцитов в 1 мм^3 находится в крови молодых телят. Такие данные были получены Туровским (1908), Сущевой (1910), Соколовым Д., Зоркиным (1953), В. Н. Никитиным, (1934—35), Х. Ф. Кушнером и Акопяном. При этом Акопян нашел, что число эритроцитов в единице объема крови снижается уже к 6-месячному возрасту теленка.

В отношении же содержания в крови гемоглобина некоторые исследователи обнаружили обратное явление—процент гемоглобина у телят оказывался более низким, чем у взрослых животных (Кожарин и Самохвалова, 1934 г.). Это же самое наблюдал Х. Ф. Кушнер при изучении крови скота шортгорнской, герефордской и астраханской пород. Но совершенно противоположный результат получил Кушнер при исследовании горского скота. Это заставило его прийти к выводу, что возрастные изменения гемоглобина в крови зависят от породных особенностей скота.

Общее количество лейкоцитов с возрастом, по данным П. Н. Никитина, изменяется сравнительно мало. Но весьма четко изменяется содержание эозинофилов. Их число возрастает до годового возраста. Количество нейтрофилов снижается до трехмесячного возраста,

а затем происходит медленный подъем. Возрастные изменения лимфоцитов, по данным В. Н. Никитина, представляют собой обратное отражение изменения нейтрофилов: до трехмесячного возраста их количество увеличивается, позднее—падает.

Примерно к тем же самым выводам пришел на основании своих работ и И. С. Токарь.

Разрешением вопроса — существует ли зависимость между картиной крови крупного рогатого скота и его молочной производительностью—занимались в СССР Х. Ф. Кушнер, И. С. Токарь и К. А. Акопян. Х. Ф. Кушнер, на основании своих работ, сделал вывод, что у более молочных коров эритроцитов в I мм^3 крови больше, чем у маломолочных животных. Менее четкая картина связи с молочной продуктивностью им получена для гемоглобина.

Существование связи между количеством эритроцитов в крови и молочной продуктивностью коров подтвердили и исследования, выполненные И. С. Токарем. По его данным, по мере повышения удоя происходило увеличение в крови числа эритроцитов в 1 мм^3. Но в отношении лейкоцитов какой-либо закономерности в изменении их численности установить не удалось. Настоящая работа позволила И. С. Токарю сделать вывод, что более высокопродуктивные коровы имеют повышенное количество эритроцитов и с большим диаметром последних.

Немало имеется исследований по изменению показателей крови в течение периода стельности коров. Результаты этих исследований противоречивы. Ряд авторов (Прохаска, 1908) считает, что во время беременности коровы число эритроцитов увеличивается. По сведениям других авторов (Рихтер, Шульц, 1906, Геске, 1928), содержание эритроцитов, а кроме этого, и гемоглобина уменьшается. Х. Ф. Кушнер нашел, что у коров к моменту их запуска повышается содержание в крови гемоглобина и одновременно уменьшается содержание эритроцитов.

В другой работе Х. Ф. Кушнер пишет, что у шортгорнов в конце беременности происходит увеличение не только количества гемоглобина, но и эритроцитов.

П. Е. Звонкович (1940), изучавший кровь крупного рогатого скота в связи с лактацией и стельностью, нашел, что наибольшее число эритроцитов коровы имеют после отела. Ко второму месяцу лактации число эритроцитов уменьшается, а к пятому достигает первоначальной высоты. Затем происходит новое падение количества эритроцитов, число которых к концу лактации достигает минимума. После запуска коров происходит постепенное увеличение числа эритроцитов. Но к моменту отела последние снова находятся в максимальном количестве.

Периодически изменяется и диаметр эритроцитов. Количество гемоглобина в отмеченные периоды, по данным Звонковича, изменяется параллельно количеству эритроцитов.

На периодичность изменения содержания эритроцитов и гемоглобина у коров в течение лактации указывают также К. А. Акопян, И. С. Токарь и И. М. Хилькевич.

Надо отметить, что некоторые исследователи не смогли установить какого-либо влияния беременности на состав крови.

Показатели крови, по данным ряда авторов, могут зависеть от живого веса и пола животных, а кроме того от внешних факторов, в частности от сезона года.

Х. Ф. Кушнер на основании своих работ пришел к выводу, что у более тяжелых коров наблюдается повышенное количество эритроцитов. В некоторых породных группах он наблюдал и более высокое содержание гемоглобина.

О влиянии на картину крови пола животных имеются указания многих авторов (Сущева, Суровский, Гетце, Х. Ф. Кушнер). Согласно их данным, самцы имеют в крови больше и эритроцитов, и гемоглобина, но у телят, по сообщению Х. Ф. Кушнера, наиболее высокие показатели красной крови не у бычков, а у телочек.

Некоторыми авторами изучалось влияние на показатели крови сезона года, а вместе с этим и влияние различного режима кормления.

Из советских ученых исследованием этого вопроса занимались К. А. Акопян и М. В. Кудряшов. Оба они нашли, что наибольшее количество эритроцитов и гемоглобина крупный рогатый скот имеет в пастбищный период.

* * *

Изучением морфологического состава крови красного горбатовского скота до сих пор еще никто не занимался. Поэтому данные о том, какими показателями крови характеризуется скот настоящей породы и как изменяются эти показатели под влиянием различных факторов, в литературе отсутствуют. Этот пробел в изучении биологических особенностей породы восполняет наша работа.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения красной и белой крови скота красной горбатовской породы нами было использовано крупное стадо племенной фермы, принадлежащей колхозу „Искра“ Богородского района, Горьковской области.

Работа по исследованию крови проводилась в основном с первой половины августа 1955 года по март 1956 года. В жидкой крови определялось количество гемоглобина в процентах по Сали, количество эритроцитов и лейкоцитов в 1 мм^3. Кроме того, по мазкам крови устанавливалась лейкоцитарная формула. Кровь у животных бралась из уха утром, перед кормлением. Процент гемоглобина определялся при помощи гемометра Сали, подсчет эритроцитов и лейкоцитов производился в камере Горяева, причем эритроциты подсчитывались в 5 больших квадратах камеры (в 80 малых), а лейкоциты — во всех 100 больших квадратах (1600 малых).

Мазки крови фиксировались смесью серного эфира и обезвоженного этилового спирта, окрашивались по Романовскому. При определении лейкоцитарной формулы подсчитывались 400 клеток.

При обработке данных анализа крови нами, помимо содержания в крови форменных элементов, определялось также кровяное число. Для его получения найденное количество гемоглобина мы делили на число, выражающее количество эритроцитов в I мм^3, выраженное в миллионах. Кровяное число дает возможность судить о степени насыщенности эритроцитов гемоглобином.

Для получения средних показателей крови для взрослого скота породы были использованы результаты анализа крови 80 коров, причем в эту группу были включены в равном количестве животные, находящиеся на разном месяце лактации и сухостойные.

Для выяснения же влияния на картину крови таких факторов, как возраст, живой вес, продуктивность, в разные группы включались животные, отличающиеся друг от друга только по тому признаку, действие которого на состав крови изучалось. Влияние же на картину крови месяца беременности устанавливалось путем периодического исследования крови у одних и тех же животных.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Согласно произведенным нами исследованиям, кровь коров красной горбатовской породы имеет в среднем следующие показатели:

Таблица 1

Показатели крови у коров красной горбатовской породы

Показатели	В среднем	Пределы колебания
Гемоглобин в % по Сали	64,88	50—81
Эритроциты в 1 мм³ в тыс.	6078	3270—8120
Лейкоциты в 1 мм³	7264	3700—10850
Кровяной показатель	10,8	
Лейкоцитарная формула		
Базофилы	0,54	0—2
Эозинофилы	9,9	2—19,5
Палочкоядерные	14,6	2,5—29,5
Сегментоядерные	22,4	2,0—38,5
Лимфоциты	52,4	40—73
Моноциты	3,28	0—6,5

К каким породам приближается красная горбатовская по содержанию в крови гемоглобина и эритроцитов, количество которых определяет окислительную способность крови, можно видеть из таблицы 2.

Таблица 2

Содержание в 1мм³ крови эритроцитов и % гемоглобина у разных пород крупного рогатого скота

Породы	Авторы исследования	Количество эритроцитов в тыс.	Количество гемоглобина	
			%	% по Сали
Ярославская	Акопян	5880	13,30	62,53
	Кушнер	5570	11,41	53,70
Красная степная	Токарь	5576	13,00	61,17
		5856	13,15	61,83
Холмогорская	Соколов	5803	14,23	67,00
Ангельнская	Акопян	6360	13,16	—
Симментальская	Звонкович	6142	14,17	66,68
	Акопян	5570	13,20	62,11
Остфризская	Звонкович	6432	14,56	68,51
	Акопян	6700	13,84	65,12
Шортгорнская	Акопян	6780	14,71	69,22
	Кушнер	7800	14,17	68,10
Герефордская	Акопян	6170	13,43	63,20
Астраханская	Кушнер	8060	—	64,9
Красная горбатовская	Собственное исследование	6078	—	64,88

Сопоставляя показатели крови разных пород скота, можно сделать вывод, что красная горбатовская по содержанию в 1 мм³ крови эритроцитов значительно превосходит ярославскую, красную степную и холмогорскую, уступая в том же отношении остфризам, шортгорнам и астраханской. По содержанию же в крови гемоглобина она превосходит лишь ярославскую и красную степную. Ближе всего по обоим указанным показателям крови к ней стоят симменталы и герефорды.

Среди животных красной горбатовской породы имеются два резко отличающихся друг от друга конституциональных типа: один из

них характеризуется признаками эйризомии, второй — лептозомии. При этом животных с ярко выраженными признаками лептозомии значительно меньше. Их, в частности, меньше и в стаде колхоза „Искра". Здесь они представлены в основном потомством быка Гейзера Гп-470, сына родоначальника линии Голнафа Гп-1.

Показатели красной крови у животных этого типа конституции заметно отличаются от таковых же показателей, присущих породе в целом и представителям противоположного — эйризомного — типа: в крови этих животных несколько больше гемоглобина и эритроцитов (таблица 3).

Таблица 3

Картина крови в зависимости от типа конституции

Показатели	Эйризомный тип		Лептозомный тип	
	среднее	пределы колебания	среднее	пределы колебания
Гемоглобин в %	64,5	54—81	65,4	59—79
Эритроциты в 1 мм³ в тысячах	6040	4940—7500	6245	4940—7170
Лейкоциты в 1 мм³	6329	3700—9640	6920	5500—10350
Кровяное число	10,75		10,55	
Лейкоцитарная формула				
Базофилы	0,47	0—1	0,64	0— 2
Эозинофилы	9,4	3,5—13,0	9,5	4,5—18,5
Палочкоядерные	11,4	7—18	11,8	8—16,5
Сегментоядерные	24,0	13—38,5	23,56	11,5—36
Лимфоциты	51,26	25,5—61,5	51,0	40—58
Моноциты	3,2	0—6,5	3,50	0,5—5

Наши исследования крови коров, имеющих повышенную и пониженную молочность, не обнаружили разницы в содержании эритроцитов (в 1 мм³). Гемоглобина же имелось больше у коров с пониженной молочностью. У этих животных оказался и более высокий кровяной показатель. У них же было больше и лейкоцитов.

Разницы в лейкоцитарной формуле коров различной продуктивности нами не обнаружено (таблица 4).

Таблица 4

Картина крови и молочная продуктивность

Показатели	Высокомолочные n=14		С пониженной молочностью n=14	
	среднее	пределы колебания	среднее	пределы колебания
Гемоглобин в %	60,6	56—68	65,2	53—79
Эритроциты в 1 мм³ в тысячах	5997	3270—7700	6067	3400—7650
Лейкоциты в 1 мм³	6824	5500—10350	7582	5650—9850
Кровяной показатель	10,1		10,8	
Лейкоцитарная формула				
Базофилы	0,5	0—1	0,42	0—1
Эозинофилы	9,2	4,5—13	9,2	4,5—18
Палочкоядерные	12,4	5—17,5	11,0	6,5—16,5
Сегментоядерные	24,7	13—38,5	24,1	14,5—36,0
Лимфоциты	48,8	25,5—60,5	52,5	41 —63,5
Моноциты	3,6	1— 6,5	2,67	0 —6

Примерно те же результаты нами были получены при исследовании крови коров с повышенной и пониженной жирномолочностью. Но коровы, имеющие более низкое содержание жира в молоке, превосходили более жирномолочных животных не только по содержанию в крови гемоглобина и лейкоцитов, но и эритроцитов. В лейкоцитарной формуле какой-либо существенной разницы тоже не было обнаружено (таблица 5).

Таблица 5

Картина крови и жирномолочность

Показатели	С повышенной жирномолочностью n=19		С пониженной жирномолочностью n=17	
	среднее	пределы колебания	среднее	пределы колебания
Гемоглобин в %	63,6	58—69	64,6	53—81
Эритроциты в 1 мм³ в тысячах	5981	3270—7650	6326	4520—819
Лейкоциты в 1 мм³	6678	3700—8100	7384	5600—10350
Кровяной показатель	10,6		10,2	
Лейкоцитарная формула				
Базофилы	0,5	0—1	0,5	0— 1,5
Эозинофилы	9,4	2,5—18,5	10,7	5,5—17,5
Палочкоядерные	12,6	6,5—18,0	12,1	7,5—17,5
Сегментоядерные	23	13—38,5	22,1	13—36
Лимфоциты	50,7	25,5—65,0	51,1	40,5—63,0
Моноциты	3,6	0,5— 6,5	3,2	0,5— 5,0

Данные, вполне совпадающие с результатами других исследователей, нами получены при установлении показателей крови коров с большим и низким живым весом. Кровь более тяжелых животных содержала и больший процент гемоглобина и большее число эритроцитов в 1 мм³. Но лейкоцитами она была несколько беднее (таблица 6).

Таблица 6

Картина крови и живой вес коров

Показатели	Коровы с повышенным весом n = 10		С пониженным живым весом n = 9	
	среднее	пределы колебания	среднее	пределы колебания
Гемоглобин в %	66,5	57—80	65,3	60—75
Эритроциты в 1 мм³ в тысячах	6207	5570—7000	5754	3370—6680
Лейкоциты в 1 мм³	6540	3850—9850	6887	3700—9640
Кровяной показатель	10,23		11,26	
Лейкоцитарная формула				
Базофилы	0,3	0—1	0,66	0—1
Эозинофилы	8,95	5,5—13	8,5	2,5—12,5
Палочкоядерные	12,2	9—16	11,3	7—14
Сегментоядерные	24,35	14,5—36,0	22,8	13—32,0
Лимфоциты	50,85	41,5—63	52,7	36,5—62,5
Моноциты	3,3	0,5—5,5	3,8	0—6,5

Наши исследования подтвердили и положение, высказанное различными авторами, что кровь телок превосходит по основным показателям кровь бычков (таблица 7).

Таблица 7

Картина крови и пол

Показатели	Телки n = 8		Бычки n = 8	
	среднее	пределы колебания	среднее	пределы колебания
Гемоглобин в гр. %	61,7	50—75	54,5	50—63
Эритроциты в 1 мм³ в тысячах	7186	5410—11030	6683	5360—7690
Лейкоциты в 1 мм³	9362	8500—11800	8416,6	7400—9050
Лейкоцитарная формула				
Базофилы	—	—	—	—
Эозинофилы	7,87	25—17	4,4	0,5— 5,5
Палочкоядерные	10	5—19,5	9,4	3—12,5
Сегментоядерные	12,9	6,0—20,5	13,6	5,5—19,0
Лимфоциты	66,7	58,5—79,0	68,25	60—84
Моноциты	3,0	1—5	4,25	3—6,5

Весьма интересные результаты мы получили при исследовании вопроса, как изменяются показатели крови коров в связи с их возрастом. Нами найдено, что процент содержания гемоглобина повышается к 3—4-му отелу; у коров 5—6 отелов его становится меньше и еще меньше у животных 7—8 отелов. Почти параллельно с ним идет и изменение числа эритроцитов в 1 мм³ крови. Изменение же числа лейкоцитов в 1 мм³ не подчиняется этой закономерности.

Лейкоцитарная формула подвергается значительным изменениям лишь у коров 3—4 отелов. В это время среди лейкоцитов—наибольший процент лимфоцитов и пониженный—нейтрофилов. Возможно, это связано с тем, что коров в возрасте 3—4 отелов в колхозе усиленно раздаивают. Может быть, по той же причине коровы данного возраста имеют и повышенные показатели красной крови (таблица 8).

Заметные изменения в показателях красной крови происходят у коров красной горбатовской породы в течение периода их стельности. По нашим данным, количество гемоглобина у них резко повышается к 3—4 месяцам стельности; на 5—6 месяце происходит не менее резкое снижение количества гемоглобина. На 8—9 месяце, когда коровы бывают запущены, опять резко повышается процент гемоглобина.

Максимальное содержание эритроцитов наблюдается тоже на 3—4 месяце стельности; на 5—6 и 8—9 месяцах количество эритроцитов в 1 мм³ понижается.

Лейкоцитов же у стельных коров всего больше на 1—2 месяце стельности и после запуска (на 8—9 месяце) (таблица 9).

Последним вопросом, затронутым при нашем исследовании крови красной горбатовки, был вопрос о влиянии на показатели крови сезона года, а в связи с этим и характера кормления.

Полученные нами результаты вполне совпадают с литературными сообщениями. Телки и коровы, кровь которых нами исследовалась, во время пастбищного периода имели более высокий процент гемоглобина и содержали в 1 мм³ крови большее число эритроцитов. При этом указанная закономерность оказалась более резко выраженной у телок.

Неодинаковым оказалось влияние сезона года и на лейкоцитарную формулу крови коров и телок. У первых сильно повысился процент лимфоцитов и снизился процент нейтрофилов; у телок же произошло снижение процента лимфоцитов и увеличение процента эозинофилов (таблицы 10 и 11).

Таблица 8

Картина крови и возраст

Показатели	Коровы 1—2 отелов n=13		Коровы 3—4 отелов n = 11		Коровы 5—6 отелов n = 11		Коровы 7—8 отелов n = 11	
	среднее	пределы колебания	среднее	пределы колебания	среднее	пределы колебания	среднее	пределы колебания
Гемоглобин в %	64,2	53—73	65,0	53—81	64,5	56—79	64	53—80
Эритроциты в 1 мм³ в тысячах	6004	3400—6780	6242	4520—6560	6261	5500—7700	5999	3270—6770
Лейкоциты в 1 мм³	7184,6	4250—16850	7024	3700—8700	7262	5600—9850	7036	5500—10350
Кровяной показатель	10,7		10,5		9,0		9,1	
Лейкоцитарная формула								
Базофилы	0,6	0— 1,5	0,5	0— 1,5	0,54	0—1	0,59	0— 1,5
Эозинофилы	10,5	3,5—21,0	9,1	2,5—18,0	11,18	7,0—17,5	8,86	4,5—13,0
Палочкоядерные	10,0	3—21	9,82	6,5—14	12,63	9,5—16,5	13,31	7,5—18,0
Сегментоядерные	26,1	13,5—42,5	20,68	14—28,5	25,4	17,5—56,0	24,09	14—38,5
Лимфоциты	49,5	32,5—65,0	56,68	48,5—63,5	46,9	40,5—38,0	49,59	25,5—61,5
Моноциты	3,30	2,0— 6,5	3,22	0,5—5,0	3,31	0—6,5	3,59	0—6

Таблица 9

Картина крови и месяц стельности

Показатели	Месяцы стельности							
	1—2 мес. n = 10		3—4 мес. n = 10		5—6 мес. n = 10		8—9 мес. n = 6	
	среднее	колебания	среднее	колебания	среднее	колебания	среднее	колебания
Гемоглобин в %	64,4	53—81	69,4	65—80	61,0	52—70	71,7	63—75
Эритроциты в 1 мм³ в тысячах	6161	4520—7500	6691	6100—8470	6150	5640—8040	5646	3730—8120
Лейкоциты в 1 мм³	6814	5600—9640	6605	4100—8801	6038,7	4480—6950	6935,7	4650—8550
Лейкоцитарная формула								
Базофилы	0,45	0—1	0,4	0— 1	0,3	0— 1,5	0,3	0— 0,5
Эозинофилы	9,1	5—17,5	10,5	4,5—18,5	11,6	10—19	10,4	4,5—14,0
Палочкоядерные	12,1	8,5—17,5	10,7	8,0—14,5	13,0	3,0—17,5	13,1	4,5—15,5
Сегментоядерные	24,0	20,5—32,5	22,7	23,5—27,0	17,6	11—28	23,0	2,5—29
Лимфоциты	50,1	40—65	48,6	42—59	54,0	42—67	50,4	46,5—59,0
Моноциты	4,25	2,5—6,5	7,1	5,5—8,5	3,5	2—6	2,7	0,5—4,0

Таблица 10

Коровы. Картина крови и характер кормления

Показатели	Летнее кормление n = 20		Зимнее кормление n = 22	
	среднее	колебания	среднее	колебания
Гемоглобин в %	63,2	50—79	61,0	52—75
Эритроциты в мм³ в тысячах	6017	4520—7500	5925	4880—6410
Лейкоциты в мм³	6697	3700—9040	5486,8	3250—7750
Лейкоцитарная формула				
Базофилы	0,6	0—1	0,4	0—1
Эозинофилы	8,75	4,5—17,5	9,9	4,0—17,5
Палочкоядерные	12,6	7,5—17,5	11,9	3,0—17,5
Сегментоядерные	25,07	14,5—32,5	16,0	8,0—28,0
Лимфоциты	49,5	39—64	58,1	50—67
Моноциты	3,3	0,5—5,5	3,5	0,5—5,5

Таблица 11

Телки. Картина крови и характер кормления

Показатели	Летнее кормление на пастбище n = 12		Зимнее стойловое содержание. n = 8	
	среднее	колебания	среднее	колебания
Гемоглобин в %	69,7	63—78	61,7	50—75
Эритроциты в мм³ в тысячах	8173	6230—9240	7186	5410—11030
Лейкоциты в мм³	8716	4100—11050	9362,5	8500—11800
Лейкоцитарная формула				
Базофилы	0,45	0—1	—	—
Эозинофилы	1,8	0— 3,5	7,87	2,5—17,0
Палочкоядерные	6,6	2,5—15,0	10	5,0—19,5
Сегментоядерные	17,7	12,5—25,5	12,9	6,0—20,5
Лимфоциты	69,5	53—81	66,7	58,5—79,0
Моноциты	3,79	0— 7,5	3,0	1—5

ВЫВОДЫ

1. Красный горбатовский скот по содержанию гемоглобина и эритроцитов в крови ближе стоит к симменталам и герефордам. По этим показателям он уступает шортгорнам, астраханскому и остфризскому скоту, но превосходит животных ярославской, красной степной и, отчасти, холмогорской пород.

2. Среди скота красной горбатовской породы более высокими показателями красной крови отличаются животные лептозомного типа конституции.

3. Более высокомолочные животные этой породы характеризуются несколько пониженным содержанием гемоглобина в крови. Разницы же в количестве эритроцитов в 1 мм³ крови у коров с пониженной и повышенной молочностью нами не обнаружено.

4. Коровы, имеющие повышенное содержание жира в молоке, содержат меньше в крови и гемоглобина и эритроцитов (в 1 мм³), но у них несколько более высокое кровяное число.

5. Животные, обладающие высоким живым весом, превосходят более мелких животных по обоим показателям красной крови.

6. Количество эритроцитов в 1 мм³ крови и содержание гемоглобина в крови коров находится также в связи с возрастом животного.

Наибольшее количество гемоглобина и эритроцитов имеет кровь коров на 3—4 отеле.

7. Стельные коровы имеют наиболее высокие показатели красной крови на 3—4 месяцах беременности.

8. По нашим данным, морфологический состав крови крупного рогатого скота изменяется со сменой сезона года. У телок в пастбищный период мы наблюдали повышение гемоглобина, числа эритроцитов и некоторое понижение количества лейкоцитов. У коров же с переводом их на пастбищное содержание увеличивалось в крови количество гемоглобина и лейкоцитов.

9. В лейкоцитарной формуле некоторые сдвиги, по нашим наблюдениям, происходят под влиянием возраста животных и смены сезона года.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Акопян К. А.*—Показатели крови у коров разных пород. Ж. Успехи зоотехнических наук, т. IV, вып. II, 1937.

2. *Акопян К. А.*—Сравнительные данные о составе крови остфризов, ярославок и их метисов. Доклады Всесоюзн. Академии сельскохоз. наук им. В. И. Ленина. Вып. 12, 1939.

3. *Акопян К. А.*—Возрастная изменчивость картины крови крупного рогатого скота. Доклады ВАСХНИЛ, № 5—6, 1939.

4. *Акопян К. А.*—Изменчивость общего количества крови и ее составных частей в течение лактации. Ж. Успехи зоотехнических наук, т. III, вып. 3.

5. *Замятин Н.*—К вопросу о признаках молочности. Ж. Вестник животноводства, № 12, 1929.

6. *Звонкович П. Я.*—Характер изменения морфологических показателей крови крупного рогатого скота в связи с возрастом, лактацией и стельностью. Ж. Вестник сельхознаук. Животноводство, вып. 3, 1940.

7. *Кудряшов М. В.*—Изменение крови у крупного рогатого скота в связи с сезонами года. Вестник с.-х. наук. Ветеринария, вып. I, 1940.

8. Кушнер Х. Ф. —Состав крови крупного рогатого скота в связи с его продуктивностью. Труды института генетики, №13, 1940.

8. *Кушнер Х. Ф.*—Состав крови овец в связи с их продуктивностью. Труды института генетики, № 13, 1940.

9. *Никитин В. Н.*—Общие закономерности онтогенеза белой крови у крупного рогатого скота, свиней, лошадей. Ж. Вестник животноводства, вып. 3, 1948.

10. *Токарь П. С.*—Возрастные изменения количества лейкоцитов и лейкоцитарной формулы крови у краснонемецкого скота, Доклад ВАСХНИЛ, № 13—14, 1938.

11. *Хилькевич П. М.*—Исследования по морфологии крови у с.-х. животных в разные сроки беременности и в послеродовом периоде. Труды Осетинского с.-х. института, т. 16, 1953.

В. В. Капацинский,
кандидат сельскохозяйственных наук,
и *В. Ф. Левакова,*
ассистент кафедры кормления сельскохозяйственных животных

ВЛИЯНИЕ КУЛЬТУРЫ АЗОТОБАКТЕРА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЦЫПЛЯТ

В 1937 году проф. Горьковского сельскохозяйственного института А. Р. Миненковым была выполнена работа по применению культуры азотобактера при кормлении цыплят и поросят.

По данным А. Р. Миненкова, птицы и свиньи, получавшие азотобактер, давали повышенный привес.

Результаты названной работы требовали проверки, так как А. Р. Миненков сделал выводы об эффективности введения в рацион растущих поросят и птицы культуры азотобактера, основываясь на наблюдениях за приростом крайне ничтожного числа животных.

Положительное влияние азотобактера на прирост поросят уже нашло подтверждение в целом ряде работ. Поэтому нами была поставлена цель установить возможность использования названной культуры для получения повышенных привесов у растущей птицы. При этом в случае обнаружения положительного влияния азотобактера на величину привеса у цыплят предполагалось выяснить, за счет усиленного отложения жира или белка происходит увеличение привеса у растущей птицы.

Опыт по скармливанию цыплятам азотобактера был проведен нами весной 1956 года. Продолжался он с 4 мая по 18 июня, т. е. в течение 45 дней.

Для опыта нами были использованы полуторамесячные цыплята белой русской породы, примерно одинакового живого веса, вполне здоровые и характеризовавшиеся для своего возраста вполне нормальным развитием. Отбор цыплят был произведен в учебном хозяйстве института—„Щербинках“.

Из числа отобранных 22 цыплят две головы (один петушок и одна курочка) были забиты для определения содержания в их теле белка и жира. Из остальных 20 голов составлено две группы—опытная и контрольная. При этом в каждую из групп включено по 3 петушка и 7 курочек. Цыплятам обеих групп были составлены одни и те же рационы, в состав которых входили корма, обеспечивающие птицу всеми необходимыми питательными веществами (таблица 1).

Помимо указанного рациона, цыплята опытной группы дополнительно получали азотобактер.

Таблица 1

Кормовые рационы цыплят

	I декада	II декада	III декада	IV декада	V декада
Мучная смесь	36	40	34,5	31	31
Зерновая смесь	20	26,5	35	45	51
Жмых льняной	2	2	3	3	3
Кровяная мука	2,5	2,7	3,5	4	3,2
Молоко	10	10	10	10	10
Крапива (молодая)	2	2	—	—	—
Трава	—	—	10	20	20
Рыбий жир	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
Ракушки, мел	3	3	4	4	4
Соль	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3

Культура азотобактера, приготовленная на агар-агаре, была получена из Горьковской лаборатории бактериальных удобрений.

Для использования азотобактера в корм цыплятам содержимое пол-литровой бутылки, в которой находилось 40—60 миллиардов живых бактерий, разводилось 200 куб. см кипяченой охлажденной воды. Для оживления бактерий раствор выдерживался в течение 4—5 часов. Содержимое бутылки несколько раз взбалтывалось.

Каждому цыпленку опытной группы давалось в первой половине опыта по 2 куб. см раствора, а во второй половине—по 3 куб. см. Увеличение дозы азотобактера было произведено во второй половине опыта в силу того, что первоначальная доза давала недостаточно высокий привес.

С целью получения данных об изменении за время опыта живого веса цыплят, последние были взвешены перед постановкой на опыт и по окончании его. При этом цыплята взвешивались в обоих случаях два дня подряд в утренние часы, до кормления.

Помимо этого, для постоянного контроля за изменением живого веса цыплята взвешивались каждую пятидневку.

По окончании опыта из контрольной и опытной групп было ото-

Рис. 1.

брано по петушку и курочке для забоя и последующего определения в их мясе белка и жира.

Определение процентного содержания в теле забитой птицы белка и жира производилось согласно общепринятой методике.

Результаты опыта. Как уже было указано в методической части, цыплята опытной группы в первой половине опыта, точнее в течение 25 дней, получали дополнительно к своему рациону 2 куб. см раствора азотобактера, а в последующие 20 дней—по 3 куб. см.

Изменения в живом весе, которые произошли у цыплят за первые 25 дней опыта и за последующие 20 дней, показаны в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Изменение живого веса цыплят за первые 25 дней опыта

Наименование групп	Количество голов	Живой вес в начале периода 4/V (г)	Живой вес в конце периода 29/V (г)	Привес за 25 дней (г)	Среднесуточный привес (г)
Петушки					
Контрольная	3	565	933	368	14,7
Опытная	3	651	1146	495	19,8
Курочки					
Контрольная	7	518	818	300	12,0
Опытная	7	492	828	336	13,4
Петушки и курочки вместе					
Контрольная	10	532,3	852,5	320,2	12,8
Опытная	10	539,7	923,1	383,4	15,3

Таблица 3

Изменение живого веса цыплят за последние 20 дней опыта

Наименование групп	Количество голов	Живой вес в начале периода 29/V (г)	Живой вес в конце периода 18/VI (г)	Привес за 20 дней (г)	Среднесуточный привес (г)
Петушки					
Контрольная	3	933	1279	346	17,3
Опытная	3	1146	1470	325	16,2
Курочки					
Контрольная . . .	7	818	1102	284	14,2
Опытная	7	828	1037	209	10,4
Петушки и курочки вместе					
Контрольная	10	852,5	1155	302,5	15,12
Опытная	10	923,1	1166,9	243,8	12,2

Сопоставляя привесы цыплят опытной группы, полученные в течение первых 25 дней опыта, с таковыми же данными за последующие 20 дней опыта, можно видеть, что наиболее высокие привесы цыплята давали в тот период, когда они получали лишь по 2 куб. см раствора азотобактера, т. е. в первый период.

Таблица 4

Изменение живого веса цыплят за все время опыта

Наименование групп	Количество голов	Живой вес в начале опыта 4/V (г)	Живой вес в конце опыта 18/VI (г)	Привес за 45 дней	Средний суточный привес (г)
Петушки					
Контрольная . . .	6	565	1279	714	16,0
Опытная	6	651	1470	819	18,2
Курочки					
Контрольная . . .	14	518	1102	584	13,0
Опытная	14	492	1037	545	12,1
Петушки и курочки вместе					
Контрольная . . .	20	532,3	1155	622,7	13,8
Опытная	20	539,7	1166,9	627,2	13,9

Принимая привес, полученный в течение этого периода у контрольной группы за 100%, видим, что привес петушка опытной группы равнялся 134,7%, у курочек—111,6%, у петушков и курочек вместе—119,5%.

Во второй половине опыта (за последние 20 дней), когда цыплятам опытной группы была увеличена суточная дача азотобактера до 3 куб. см, привесы у птицы названной группы настолько снизились, что стали уступать таковым у цыплят контрольной группы.

За это время привес опытных цыплят к привесу контрольной группы, принятому также за 100%, оказался равным для петушков 93,7%, для курочек—73,2%, для тех и других вместе—80,8%.

Снижение привеса у цыплят опытной группы во втором периоде, по сравнению с привесом цыплят контрольной группы, следует, очевидно, отнести за счет угнетающего воздействия повышенной дозы

Рис. 2.

культуры азотобактера на рост и развитие птицы. Это в известной мере подтверждается и данными, полученными нами при забое подопытных цыплят и определении химического состава их тела.

Сведения о количестве мяса и внутренностей, полученных в результате забоя, приведены в таблице 5.

Таблица 5

Вес мяса с внутренностями у забитых контрольных птиц

	Забиты до опыта		Забиты после опыта			
			контрольн. группа		опытная группа	
	вес в г	%	вес в г	%	вес в г	%
Петушки						
Живой вес перед убоем	624	100,0	1399	100,0	1470	100,0
Вес тушки	490	78,5	1087	77,7	1150	78,3
Вес мяса с внутренностями	332	53,2	792	56,6	752	51,2
Курочки						
Живой вес перед убоем	509	100,0	1190	100,0	1055	100,0
Вес тушки	400	78,6	759	63,8	693	65,7
Вес мяса с внутренностями	288	56,6	710	59,7	640	60,6

Химический состав мяса с внутренностями был следующим (таблица 6).

Таблица 6

Химический состав тушек забитой птицы

	Вода	Белок	Жир	Зола
	в процентах			
Петушки				
До опыта	70,01	23,62	5,78	0,59
После опыта—контрольн.	69,59	25,16	4,49	0,76
Опытный	69,03	24,29	5,89	0,79
Курочки				
До опыта	70,59	22,48	6,22	0,71
После опыта—контрольн.	69,73	23,80	5,76	0,71
Опытный	68,99	23,39	6,82	0,80

Учитывая, что забитые нами цыплята имели живой вес, равный среднему живому весу по группе, мы подсчитали, сколько белка и жира было отложено в теле петушков и курочек как контрольной, так и опытной группы.

Согласно сделанным расчетам, в теле петушков находилось до опыта 78,42 г белка и 19,19 г жира. У курочек же—64,74 г белка и 17,91 г жира.

Петушки контрольной группы после опыта содержали в своем теле 199,27 г белка и 35,56 г жира, а курочки—168,98 г белка и 40,89 г жира.

Рис. 3.

Исходя из этих данных, мы получили, что петушки контрольной группы во время опыта отложили 120,85 г белка и 16,37 г жира, а курочки—104,24 г белка и 22,98 г жира.

Таким образом, за время опыта петушки, получавшие с рационом культуру азотобактера, отложили белка меньше, чем петушки контрольной группы, на 15,77 г.

Еще большая разница в отложении белка оказалась у курочек опытной и контрольной групп: у курочек опытной группы, получавших азотобактер, белка было меньше на 19,28 г.

Снижение отложения белка в теле растущих животных есть существенный показатель замедления их роста. Поэтому мы, на основании вышеприведенных расчетов, касающихся отложения белка в теле подопытной птицы, еще раз убеждаемся, что культура азотобактера, вводимая в рацион цыплят в установленном нами количестве, не стимулировала, а тормозила их рост.

Заслуживает некоторого внимания то обстоятельство, что цыплята опытной группы, получавшие азотобактер, в течение опыта отложили жира в своем теле несколько больше, чем птица контрольной группы. В частности, у петушков опытной группы отложилось жира больше на 8,73 г, у курочек—на 2,71 грамма. Это обстоятельство позволяет высказать предположение, что культура азотобактера с большим успехом может быть использована не при выращивании птицы, а при ее откорме, при проведении которого преследуется цель—обогатить тушку жиром.

Понижение способности растущей птицы, получающей культуру азотобактера, к отложению в теле белка и повышение способности откладывать жир следует рассматривать, по нашему мнению, как следствие влияния названной культуры на обмен веществ. При усиленных дозах азотобактера влияние его на обмен становится явно отрицательным, сопровождающимся не только задержкой роста, но и заболеванием птицы (рис. 1, 2, 3).

В нашем опыте при увеличении суточной дозы культуры азотобактера с 2 до 3 куб. см наблюдались—у курочек и петушков—побеление гребней, задержка в оперении, заболевания, свидетельствующие о поражении нервной системы. В связи с болезненным состоянием у части цыплят снизился также и аппетит.

Заболевания, связанные с поражением нервной системы, особенно резко были выражены у одной курочки и у двух петушков. Курочка почти совершенно лишилась способности передвигаться и не поднималась на ноги даже во время приема пищи. Петушки периодически приходили в состояние нервного возбуждения, которое проявлялось в том, что они без видимой причины начинали быстро бегать по клетке или кружиться, оставаясь на одном месте.

Заболевания, связанные с поражением нервной системы, обычно наблюдаются при отсутствии или недостатке в рационах птицы некоторых фракций витамина В, в частности тиамина и пантотеновой кислоты. Предполагать, что в рационе опытных птиц ощущался недостаток в названных фракциях витамина В, нет оснований, так как цыплята контрольной группы росли и развивались вполне нормально и каких-либо признаков авитаминоза у них не наблюдалось. Поэтому остается сделать предположение, что введение в рацион культуры азотобактера явилось тормозом к усвоению витаминов группы В, что привело к нарушению нормального обмена веществ у подопытной птицы.

Перед нами стал вопрос—отыскать ту дозу культуры азотобактера, которая, стимулируя рост птицы, в то же самое время не вызывала бы заболевания. Поэтому в 1957 году мы повторили опыт скармливания цыплятам культуры азотобактера, применяя более пониженные дозы. Для проведения опыта было использовано 24 петушка в возрасте около одного месяца, тоже белой русской породы. Из отобранных для опыта петушков было составлено три группы, по 8 голов в каждой. Опыт продолжался 30 дней (с 31 мая по 30 июня). Петушки всех трех групп в отдельные периоды опыта получали следующие корма (таблица 7).

Таблица 7

Корма, получаемые цыплятами

	31/V—4/VI	5/VI—9/VI	10/VI—14/VI	15/VI—19/VI	20/VI—24/VI	25/VI—30/VI
	В граммах на 1 голову					
Зерновая смесь						
Ячмень дробленый	4	7	7	9	13	15
Кукуруза дробленая	4	7	7	9	13	15
Куколь-сечка	—	—	—	6	6	6
Мучная смесь						
Отруби пшеничные	4	4	4	4	4	5
Жмых льняной	0,6	2	2	2,5	2,5	3
Ячменная мука	7	14	14	10	10	15
Кукурузная мука	7	10	10	—	—	—
Ракушки, мел	0,5	1	1	1,5	1,5	1,5
Костяная мука	0,5	1	1	1,5	1,5	1,5
Рыбная мука	1,7	4,5	4,5	6,1	6,1	6,7
Соль поваренная	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Комбикорм	—	—	—	20	20	25
Добавочные корма						
Трава (лебеда)	10	10	15	15	20	29
Молоко цельное	10	10	10	10	10	10

Помимо указанных кормов, петушки одной из групп получали ежедневно по 0,5 куб. см азотобактера, а другой группы—по 1,0 куб. см. Третья группа являлась контрольной.

Какого живого веса петушки отдельных групп достигли к концу опыта и какой дали привес, показано в таблице 8.

Таблица 8

Изменение живого веса у подопытных петушков

	Колич. голов	Живой вес в начале опыта (г)	Живой вес в конце опыта (г)	Привес (г)	Живой вес в % к начальн. весу	Привес в % к контр. группе
Опытная группа, получавшая 0,5 куб. см культуры азотобактера	8	415,7	890,1	474,4	214,1	95,3
Опытная группа, получавшая 1 куб. см культуры азотобактера	8	417,7	956,0	538,3	228,9	108,1
Контрольная группа . . .	9	415,2	913,2	498	219,9	100,0

Наиболее высокого живого веса к концу опыта достигли петушки опытной группы, которые в дополнение к рациону получали 1 куб. см азотобактера. Прибавка 0,5 куб. см препарата, как можно видеть из таблицы 8, не вызывала увеличения привеса. Резко выраженных заболеваний у птицы в последнем опыте не наблюдалось. Но у некоторых петушков, получавших 1 куб. см культуры азотобактера, к концу опыта обнаружились симптомы, указывающие на заболевание ног.

ВЫВОДЫ

1. Использование культуры азотобактера в небольших дозах не вызывало заметного увеличения привесов цыплят: последний был равен привесу цыплят контрольной группы.

2. Повышенные дозы культуры азотобактера снижали привес и отложение белка. Кроме того, у птицы происходила задержка оперения и наблюдались заболевания, свидетельствующие о поражении нервной системы.

3. Цыплята, получавшие повышенные дозы азотобактера, отложили в своем теле больше жира, по сравнению с контрольными цыплятами. В связи с этим представляет интерес испытать его при откорме взрослой птицы.

А. Д. Степанова,
кандидат сельскохозяйственных наук

ВЛИЯНИЕ КАСТРАЦИИ НА ЖЕЛЧЕОТДЕЛИТЕЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ ПЕЧЕНИ

И. П. Павлов и его многочисленные ученики экспериментально обосновали учение о целостности организма высших животных и о единстве организма и внешней среды.

Согласно этому учению, целостность организма и регуляция всех функций в нем осуществляется как нервным, так и гуморальным путем, представляющим физиологическое единство при ведущей роли центральной нервной системы.

Нашими учеными разработана и всесторонне разрабатывается связь отдельных органов и систем организма с центральной нервной системой.

С одной стороны, известно, что изменения в центральной нервной системе вызывают соответствующие изменения в деятельности внутренних органов и систем организма. Накоплен богатый фактический материал, показывающий, что различного рода перенапряжения нервной системы, приводящие к срыву высшей нервной деятельности, сопровождаются нарушениями деятельности внутренних органов (И. П. Павлов, К. М. Быков, М. К. Петрова, Э. А. Асратян, М. А. Усиевич, М. С. Кухана и др.).

С другой стороны, изменения состояния внутренних органов и внутренней среды организма оказывают влияние на работу головного мозга.

Работы М. К. Петровой, Красногорского, Архангельского, М. А. Усиевича, Б. Завадовского и многих других показали, что нарушения в деятельности инкреторных органов приводят к заболеваниям нервной системы, к нарушению высшей нервной деятельности.

Исходя из целостного представления о деятельности организма, мы в течение ряда лет занимаемся изучением физиологического механизма желчеотделения и взаимосвязи желчеотделительной функции печени с деятельностью других органов.

В плане разработки этой общей проблемы мы поставили перед собой задачу—изучить функциональную взаимосвязь желчеотделения с деятельностью половых желез.

С этой целью мы исследовали влияние кастрации на желчеотделение.

В литературе приводится много работ, характеризующих влияние кастрации на различные функции организма млекопитающих животных.

Не ставя своей задачей дать обзор всей литературы по значению половых желез, мы касаемся коротко только влияния кастрации на деятельность пищеварительного аппарата.

Р. Б. Гарибьяном получены факты, свидетельствующие о резком повышении секреции слюнных желез у кастрированных собак.

А. Г. Хрипковой и И. Н. Шепило обнаружено после кастрации значительное повышение секреции желудочных желез и увеличение времени секреции.

Н. Н. Маркусенко получены однотипные результаты на поджелудочной железе.

По мнению этих исследователей, повышение секреции желез обусловлено ослаблением тормозных процессов в центральной нервной системе.

Вопрос о влиянии половых желез на функцию пищеварительного аппарата издавна привлекал к себе внимание клиницистов.

Мюллер находил гиперхлоргидрию при климактерии. Считают, что ряд обострений язвенной болезни, возможно, связан с этими изменениями секреторной функции желудка.

Бадылькес наблюдал изменение секреторной функции желудка при климактерии и гипоовариальных состояниях.

В отношении влияния кастрации на желчеотделение специальных работ в доступной нам литературе не найдено, что и побудило нас заняться исследованием данного вопроса.

Исследование секреции пищеварительных желез после кастрации представляет несомненный интерес в животноводстве в связи с тем, что кастрация довольно широко применяется в сельскохозяйственной практике с целью повышения продуктивности животных.

Иногда кастрация производится у людей—с лечебной целью (при некоторых заболеваниях половых желез).

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в условиях хронических опытов на 6 собаках (4 самцах и 2 самках) с фистулой желчного пузыря и с перерезанным общим желчным протоком. Некоторым животным, кроме того, была наложена фистула 12-перстной кишки. Впоследствии всем животным была произведена одновременно тотальная кастрация.

Работа проводилась в двух направлениях. Во-первых, изучался характер желчеотделения до кастрации (контрольные опыты) и после кастрации. Во-вторых, были произведены исследования с целью вскрытия механизма наблюдавшихся нами явлений.

В опытах учитывалось количество выделяемой желчи и плотный остаток (органическая и неорганическая часть).

На протяжении всего экспериментального периода животные находились на одном и том же пищевом режиме.

Желчеотделение изучалось до кастрации и после кастрации:

а) при приеме пищи, в течение 5 часов,

б) после 16—18-часового голодания в течение 3 часов,

в) в круглосуточных опытах при двукратном кормлении.

Во всех опытах учитывалось количество желчи, выделенной за каждые 15 минут.

В каждой серии было поставлено по 13—15 опытов, за исключением суточных, которых было от 3 до 4.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты исследований приводятся кратко в виде сводного материала в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что у собак—самцов и самок—после кастра-

Таблица 1

Желчеотделение до и после кастрации

(средние данные из 13—15 опытов при кормлении и на голодном фоне)

Кличка собак	Условия опыта	Количество желчи (в мл)		Колебания желчеотделения в различных опытах		Прирост желчеотделения после кастрации (за опыт)	
		до кастрации	после кастрации	до кастрации	после кастрации	в мл	в %
Рыжий	При кормлении, за 5 часов опыта	40,1	89,4	38,4—42,1	81,2—93,7	49,3	122,0
	Натощак, за 3 часа опыта	19,6	36,2	13,8—25,8	24,6—40,0	16,6	80,0
Пальма	При кормлении, за 5 часов опыта	38,6	58,8	32,2—44,5	46,5—66,0	20,2	52,3
	Натощак, за 3 часа опыта	14,1	26,2	10,1—17,0	16,0—40,5	12,1	86,2
	При кормлении, за 24 часа опыта	229,8	335,0	—	—	105,2	45,8
Томка	При кормлении, за 5 часов опыта	35,3	70,5	32,0—41,0	48,0—76,5	35,2	100,0
	Натощак, за 3 часа опыта	22,0	40,4	14,8—26,0	35,0—48,4	18,4	83,0
	При кормлении, за 24 часа опыта	162,0	312,0	—	—	150,0	92,6
Султан	При кормлении, за 5 часов опыта	27,0	39,0	17,8—29,0	28,5—44,0	12,0	44,0
	Натощак, за 3 часа опыта	10,5	17,5	8,8—13,0	14,5—19,0	7,0	66,2

ции желчеотделение резко повышается как при кормлении, так и натощак.

Посткастрационные изменения желчеотделения наступают через 2—3 недели после удаления желез.

Увеличение желчеотделения после кастрации происходит в пределах 44—122%, по сравнению с нормой.

Наблюдалась неустойчивость секреции в опытах. Желчеотделение то резко возрастало, то круто падало; иногда был возврат уровня секреции к норме.

В отношении количества желчи у различных животных наблюдались некоторые индивидуальные особенности.

Увеличение желчеотделения у Рыжего и Томки было более значительным, чем у других животных, что, по-видимому, зависит от различных типов нервной системы.

После кастрации желчь выделялась с меньшим плотным остатком.

Для доказательства того, что изменения в желчеотделении после кастрации связаны с выпадением влияния половых гормонов, двум собакам Пальме и Томке вводился фолликулин по 1 мл (200 ед.) в день через 2 месяца после кастрации, на фоне повышенной секреции. Собаке Джеку вводился тестостерон (1% и 3% масляный раствор) на ранней стадии кастрации (через трое суток после удаления половых желез).

Результаты опытов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Желчеотделение в норме, после кастрации и после введения фолликулина и тестостерона

(средние данные из 13—15 опытов, за 3 часа наблюдения на голодном фоне)

Клички собак	Период наблюдения	Количество желчи в мл
Пальма	Норма	14,1
	После кастрации без введения фолликулина	26,4
	После кастрации при введении фолликулина	17,2
Томка	Норма	22,0
	После кастрации без введении фолликулина	40,4
	После кастрации с введением фолликулина	26,2
Джек	Норма	19,1
	После кастрации с введением тестостерона	18,6

Таблица 2 показывает, что после введения кастратам половых гормонов желчеотделение снижается. Этот факт является доказательством того, что изменения в желчеотделении у кастратов связаны с выпадением влияния половых гормонов. Особый интерес представляют опыты на Джеке с введением тестостерона на ранней стадии кастрации. В этих опытах, проводившихся в течение $3^1/_2$ месяцев, усиления желчеотделения совсем не наблюдалось.

При изучении роли половых гормонов в желчеотделении мы встретились с фактом, представляющим существенный интерес.

У собаки Пальмы при введении фолликулина через $4^1/_2$ месяца после кастрации не только наблюдалось снижение желчеотделения, но в течение нескольких дней желчь совершенно не отделялась, а в некоторые дни отделялся эксудат с примесью крови. После прекращения введения фолликулина, через несколько дней восстановилось нормальное желчеотделение. Это указывает на функциональную природу нарушения желчеотделения, а не на какие-либо повреждения желчной системы.

Последующее введение фолликулина—сначала меньших доз—0,5 мл в день, а затем таких же, как в предыдущих опытах—1 мл,—расстройств в желчеотделении не вызывало (см. таблицу 3).

Таблица 3

Желчеотделение через $4^1/_2$ месяца после кастрации при введении фолликулина
(за 5 часов наблюдения, при кормлении)

Собака Пальма

Дата	Воздействие	Количество желчи (в мл)	Примечание
24/IV	—	63,4	Желчь нормальная
25/IV	—	65,2	„ „
26/IV	Введен фолликулин 1 мл	58,2	„ „
27/IV		48,4	„ „
28/IV	„	44,1	„ „
29/IV	„	42,1	„ „
30/IV	„	—	Слизь
1/V	„	—	Эксудат с примесью крови
2/V	—	—	„ „ „
3/V	—	—	„ „ „
4/V	—	—	Слизь
5/V	—	—	„
6/V	—	56,2	Желчь нормальная
7/V	—	49,8	„ „
8/V	—	58,1	„ „

Основой функционального нарушения желчеотделительного аппарата является в данном опыте, по-видимому, введенный фолликулин. Об этом свидетельствуют опыты с прекращением введения фолликулина.

Наблюдаемое явление, нам кажется, обусловлено нейро-гуморальными сдвигами, возникшими в организме вследствие кастрации.

При данном физиологическом состоянии организма фолликулин, безвредный по своим физико-химическим свойствам, явился причиной глубокого функционального нарушения секреторного процесса.

Последующее же введение фолликулина не вызвало расстройства желчеотделения, по-видимому, в связи с последействием фолликулина, изменившего физиологическое состояние организма.

У собаки Томки такой реакции, после введения фолликулина—через $4^1/_2$ месяца после кастрации—не наблюдалось, что мы склонны объяснить разным типом нервной системы у этих животных.

Судя по внешнему поведению, Томка является сильным подвижным типом, а Пальма, хотя и сильным, но мало подвижным типом.

Из всего этого следует, что в результате нарушения нормальных соотношений в эндокринном аппарате не всякий организм бывает в состоянии справиться с задачей, предъявляемой к его нервной системе. У Пальмы кастрация вызвала такие нарушения в центральной нервной системе, которые вывели ее из состояния равновесия.

Дальнейшие опыты были посвящены выяснению роли центральной нервной системы в повышении желчеотделения после кастрации.

Основанием для проведения этих опытов послужили литературные данные о взаимосвязи центральной нервной системы с деятельностью половых желез.

Имеется обширный клинический и экспериментальный материал об изменении функций центральной нервной системы в связи с изменением деятельности половых желез или в связи с удалением последних.

Большую ценность в этом отношении представляют работы павловской школы. И. П. Павлов, М. К. Петрова, М. А. Усиевич и др. доказали, что у кастрированных собак наблюдаются резкие изменения в корковой деятельности.

Кастрация ведет к ослаблению как раздражительных, так и тормозных процессов в коре головного мозга, причем тормозный процесс страдает в бо́льшей степени.

Исходя из этого, мы поставили опыты с применением брома, который по указаниям И. П. Павлова, М. К. Петровой, М. А. Усиевича и др. восстанавливает и усиливает тормозный процесс в центральной нервной системе.

Опыты проводились на двух собаках—Пальме и Султане, которым вводился бромистый натр (0,1 г на 1 кг веса тела в сутки). Бромирование длилось в течение 3—4 недель.

Результаты опытов представлены в таблице 4.

Таблица 4

Желчеотделение в норме, после кастрации и после введения брома
(средние данные из 13—15 опытов, за 3 часа наблюдения на голодном фоне)

Клички собак	Период наблюдения	Количество желчи (в мл)
Пальма	Норма	14,1
	После кастрации	26,4
	После введения брома	16,2
Султан	Норма	10,5
	После кастрации	17,5
	После введения брома	11,6

Из приведенного материала видно, что применение брома у кастрированных собак снижает желчеотделение.

Указанный факт, в соответствии с литературными данными, является подтверждением того, что кастрация вызывает ослабление тормозных процессов в центральной нервной системе, в связи с чем и происходит усиление желчеотделения.

Нашими опытами установлено, что применение брома у некастрированных собак тоже снижает желчеотделение, но в меньшей степени, чем у кастрированных.

С этой же целью мы испытали на одной собаке—Султане—влияние сильного внешнего раздражителя (очень резкого звонка) на желчеотделение до и после кастрации. Этот раздражитель до кастрации вызывал в большинстве случаев резкое снижение желчеотделения. После же кастрации таких изменений в желчеотделении под действием вышеуказанного раздражителя не наблюдалось. Это можно объяснить также падением силы тормозных процессов в центральной нервной системе, вызванным кастрацией.

О роли нервной системы в изменении желчеотделения после кастрации свидетельствует также следующий факт. У кастратов кормление на фоне высокой спонтанной секреции довольно часто вызывает резкое снижение желчеотделения в течение 2—2$^1/_2$ часов, тогда как до кастрации этого почти не наблюдалось.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Изложенные нами данные позволяют в некоторой степени подойти к пониманию механизма изменения желчеотделения после кастрации.

В свете представленных данных становится ясным, что в механизме желчеотделения принимают участие не только функционально связанные с ним органы, но также и органы, оказывающие влияние на деятельность желчеотделительного аппарата косвенным путем.

Мы понимаем это явление следующим образом. Вызванные кастрацией резкие сдвиги во внутренней среде организма оказали влияние на функциональное состояние нервной системы, что в свою очередь вызвало изменение в деятельности желчеотделительного аппарата.

В изучаемых процессах нервная система оказывает влияние на желчеотделительную систему, по нашему представлению, прежде всего через исполнительный аппарат—кровообращение и кровь, которая является материалом для работы секреторных органов.

Такое предположение основано на литературных данных. Так, известно, что большое влияние на отделение желчи оказывает состояние кровяного давления в портальной вене и печеночной артерии. Не только перевязка этих сосудов, но и резкое падение кровяного давления ведет к остановке желчеотделения; в случае небольшого падения секреция заметно замедляется (А. А. Богомолец, 1936).

Эти данные подтверждаются исследованиями Б. А. Вартапетова и А. И. Молодцова (1952), проведенными в Украинском институте экспериментальной эндокринологии. Они показали, что функциональные сдвиги, возникшие в коре головного мозга у кастрированных животных, могут нарушать деятельность вазомоторного центра.

Эти исследователи также установили, что у кастрированных животных эвакуация жидкости из желудка в кишечник ускоряется в 1,5—2 раза по сравнению с исходным уровнем. При этом усиливается и двигательная деятельность кишечника, что способствует повышению кровяного давления.

Говоря о роли нервной системы в этом процессе, нельзя усомниться в том, что влияния кастрации на желчеотделение более сложные. Они могут быть обусловлены также нарушением взаимодействия между железами эндокринной системы.

Сообщенные факты лишний раз свидетельствуют о взаимоотношении нервной и гуморальной регуляции и ведущей роли нервной системы в механизме регуляции желчеотделения.

Полученные нами данные о влиянии кастрации на желчеотделение должны учитываться в практике животноводства, так как они представляют не только теоретический, но и практический интерес в физиологии питания сельскохозяйственных животных.

На основании приведенных данных мы пришли к следующим выводам.

1. Кастрация вызывает у собак—самцов и самок—усиление отделения желчи.

2. Изменения желчеотделения после кастрации обусловлены ослаблением тормозных процессов в центральной нервной системе.

3. Бром снижает желчеотделительную функцию печени у собак-кастратов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Быков К. М.*—Кора головного мозга и внутренние органы. Медгиз. 1947. Москва—Ленинград.

2. *Богомолец А. А.*—Руководство по патологической физиологии. Т. III. Биомедгиз, 476. Москва—Ленинград. 1936.

3. *Вартапетов Б. А.* и *Молодцова А. И.*—Тезисы совещания по проблемам кортико-висцеральной физиологии и патологии. Институт эксперим. медицины. Ленинград. 222. 1953.

4. *Гарибьян Р. Б.*—О нейро-гуморальной регуляции секреции главных пищеварительных желез. Труды научного совещания по проблемам физиологии и патологии пищеварения. Издание АН СССР, 1954, Москва—Ленинград.

5. *Кахана М.С.* — О влиянии коры больших полушарий на функцию яичников. Физиологический журнал АН УССР. Том II, № 1. Киев, 1956.

6. *Павлов И. П.* — Полное собрание сочинений, т. III и IV, Издание АН СССР, 1952. Москва—Ленинград.

7. *Петрова М. К.* — Новейшие данные о механизме действия солей брома на высшую нервную деятельность и терапевтическом применении их на экспериментальных основаниях.

8. *Медведева Н. Б.* — Экспериментальная эндокринология. Издание АН УССР, 1946.

9. *Усиевич М. А.* — Физиология высшей нервной деятельности. Издание АН СССР, Москва, 1953.

10. *Усиевич М. А., Артемьев Е. И., Алексеева Т. Т.* и *Степанова А. Д.* — Материалы о взаимоотношении между деятельностью половых и щитовидных желез и высшей нервной деятельностью. Физиолог. журнал СССР, т. XXV, Москва. 1938.

М. И. Матвеева

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЧИСЛЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫХ В СВЯЗИ С ПИТАНИЕМ ИМАГИНАЛЬНЫХ ФОРМ

Дубовая листовертка (Tortrix viridana L.) распространена везде, кроме Крайнего Севера. Гусеницы ее повреждают дуб. В некоторые годы отмечалось значительное размножение ее в парковых насаждениях под Ленинградом и Москвой, в Предкавказье, Крыму (Щеголев, 1955).

Как известно, объедание гусеницами листьев ослабляет деревья, уменьшает прирост, снижает урожай желудей и делает деревья менее устойчивыми к стволовым вредителям.

В 1955 году на территории Горьковской области наблюдалась вспышка массового размножения дубовой листовертки.

Летом 1955 и 1956 годов нами были проведены наблюдения и собран некоторый фактический материал, использованный в настоящей работе.

Основным местом работы служила дубовая роща в районе ботанического сада Горьковского государственного университета (Щелоковский хутор), под городом Горьким.

Основным методом работы было сравнительно-экологическое изучение комплекса паразитов дубовой листовертки и их распространения на цветущей растительности. Кроме того, для выяснения круга хозяев паразитов дубовой листовертки был собран материал по паразитам наиболее широко распространенных вредителей этих мест — яблонного цветоеда (Anthonomus pomorum L.) и яблонной моли (Hyponomeuta malinella Zell).

Сборы проводились в ботаническом саду университета, а также в старом и молодом саду колхоза „Победитель“ (с. Оселки) Лысковского района. Всего было собрано для наблюдений и опытов 3017 гусениц и куколок дубовой листовертки, 3830 бутонов яблочного цветоеда и 1200 куколок яблонной моли.

Особенно сильно дубовой листоверткой в 1955 году были повреждены чистые дубовые насаждения. Вредитель уничтожил всю листву в дубравах под городом Горьким и в устье реки Керженец. В лесном массиве „Зеленый город“ были значительно повреждены дубы по опушкам, вдоль дорог, по просекам. Степень повреждений здесь составляла 3—4 балла (по 5-балльной системе). Значительно меньше были повреждены дубы в глубине массива.

Таблица 1

Видовой состав наездников, выведенных из дубовой листовертки, яблонного цветоеда и яблонной моли

№№ п. п.	Виды наездника	Дубовая листовертка; всего вывед. 1163 экз.				Яблонный цветоед; всего вывед.—465 экз.			Яблонная моль; всего вывед. 572 экз.		
			колич. вывед. наездников	%			колич. вывед. наездников	%		колич. выведен. наездников	%
1	Ichn. Phaeogenes invisor Thunb.	+	924	79,94		—	—		—	—	
2	Phaegenes osculator Thunb.	+	1	0,08		—	—		—	—	
3	Phaeogenes muricifer Holmgr.	+	1	0,08		—	—		—	—	
4	Epiurus inquisitor Scop.	+	89	7,69		+	42	9,0	—	—	
5	Epiurus calobata Grav.	+	16	1,39		+			+	1	0,2
6	Epiurus terebrans Rtzb.	+	25	2,16	11,84	—	1	0,21	—	—	
7	Epiurus arundinator F.	+	2	0,17		—	—		—	—	
8	Epiurus pictipes Grav.	+	5	0,43		—	—		—	—	
9	Phytodietus polyzonias Föst.	+	36	3,11		—	—		—	—	
10	Glypta mensurator F.	+	5	0,43		—	—		—	—	
11	Glypta bipunctoria Thunb.	+	5	0,43		+	1	0,2	+	1	0,2
12	Lissonata carbonaria Holmgr.	+	6	0,52		—	—		—	—	
13	Pimpla turionella L.	+	26	2,25		—	—		—	—	
14	Pimpla examinator F.	—	—	—		+	2	0,4	—	—	
15	Theronia atalantae Poda	+	1	0,08		—	—		—	—	
16	Apectis rufata Först.	+	1	0,08		—	—		—	—	
17	Trichomma enecator Rossi.	+	1	0,08		—	—		—	—	
18	Anqitia armillata u A. sp.	+	3	0,25		+	2	0,4	+	70	12,2
19	Mesochorus semirufus Holmgr.	+	5	0,43		—	—		+	54	9,4
20	Brc. Chelonus sp.	+	2	0,17		+	4	0,9	—	—	
21	Phanerotoma dentata Panz.	+	2	0,17		—	—		—	—	
22	Microdus dimidiator Nees	—				—	—		+	2	0,35
23	Chalc. Brachimeria intermedia Nees	+	6	0,52		—	—		—	—	
24	Hebrocytus tennuicornis Faerst.	+	1	0,08		+	397	85,4	+	2	0,35
25	Geniocerus evonymellae Bché.	—				+	16	3,4	—	—	
26	Ageniaspis fuscicollis Dalm	—				—	—		+	442	77,2
27	Perilampus tristis Mayr *					+	—		—	—	

* Вторичный паразит

В период с 10 июня по 7 июля 1955 года дубы в районе Щелоковского хутора стояли голые и казались мертвыми на фоне зеленого леса. На ветвях в очень большом количестве образовались галлоподобные вздутия величиной от грецкого ореха до куриного яйца, что, возможно, было связано с деятельностью вредителей (природа их не была исследована). В этом году на один погонный сантиметр ветки приходилось в среднем по 1 гусенице листовертки. Окукливание происходило на листьях подлеска. В начале июля (7—10/VII) деревья покрылись вторичной листвой.

В 1956 году дубовая листовертка как под городом, так и в других местах почти совершенно не встречалась. В ее гибели немалую роль сыграли паразитические насекомые, так как в некоторых пробах процент заражения доходил до семидесяти.

Паразиты дубовой листовертки и некоторые вопросы их биологии изучены Буковским (1940) в Крымском заповеднике. По имеющимся в нашем распоряжении литературным источникам, работ по изучению паразитов дубовой листовертки, яблонного цветоеда и яблонной моли Горьковской области—нет (Эстерберг, 1935)

Всего нами было выведено 1154 наездника и зарегистрировано 22 вида паразитов дубовой листовертки, 465 наездников из яблонного цветоеда и установлено 9 видов паразитов, из яблонной моли—571 наездник, которые относятся к 7 видам[1].

Большинство выведенных из дубовой листовертки наездников относятся к сем. Ichneumonidae—18 видов, два вида—из подсемейства Chalcidoidea, два вида—из сем. Braconidae и один вид из отряда Diptera.

Анализируя приведенные в таблице 1 данные, можно заметить, что наиболее многочисленными из обнаруженных паразитов, которые оказывают заметное воздействие на численность дубовой листовертки, являются Phaeogenes invisor Thunb. и представители рода Epiurus. Так, Phaeogenes invisor Thunb., который, как указывает Мейер (3), является паразитом Tortrix viridana L. и Hyponomeuta padellas L., составляет 80% от числа всех выведенных паразитов, а на долю представителей рода Epiurus приходится 12%. В значительном количестве выведен также Phytodietus polyzonias Föst., остальные виды встречаются в единичных случаях.

Phaeogenes invisor Thunb. является наиболее специфическим паразитом дубовой листовертки и не был выведен из других изучавшихся насекомых.

Из яблонной моли в наших условиях и опытах Aniaspis fuscicollis Dalm. выведен в наибольшем количестве и составляет 77,4%; на втором месте находятся представители рода Angitia—12,2 %.

Из яблонного цветоеда больше всего выведено Habrocytus tenuicornis Foerst, который составляет здесь 85,4 % от числа всех выведенных наездников.

Наиболее „многоядными“ являются виды Habrocytus tenuicornis Foerst., Glypta bipunctoria Thunb., Epiurus calobata Grav., род Angitia, которые были выведены из всех указанных хозяев.

Интересно отметить, что Brachimeria intermedia Nees., выведенная из дубовой листовертки, имеет в Горьковской области самую северную границу своего распространения.

Вопрос о значении фактора пищи в жизни взрослых паразитических насекомых почти совершенно не изучен. Лишь в самые последние годы некоторые ученые стали обращать внимание на этот

---

[1] В определении материала большая помощь была оказана проф. Н. А. Теленга, проф. М. Н. Никольской, кандидатом наук В. А. Тряпицыным, которым мы рады выразить свою глубокую благодарность.

фактор (Мельниченко, 1949, Старк, 1940, Рывкин, 1952, Викторов, 1951, Тобиас, 1954).

Для выяснения роли питания имагинальных форм наездников нами были поставлены опыты в лаборатории, а также проведены наблюдения в природе.

В лаборатории наездники содержались в металлических садках. Опыты ставились в нескольких вариантах:

1) наездников оставляли без пищи,

2) без пищи, но с водой,

3) ставился в садок корм либо в виде сахарного сиропа в разведении 1 : 2 или 1 : 1, или кормом служили цветы зонтичных. В опытах использованы наездники, выведенные из дубовой листовертки: Phaeogenes invisor Thunb. и Phanerotoma dentata Panz., а также отловленные на цветах: Amblyteles panzeri Wesm., Campoplex nitidulator Holmgr, Banchus falcatorius F., Ophion luteus L., Exetastes nigripes Gr., и Pimpla inquisitor L.

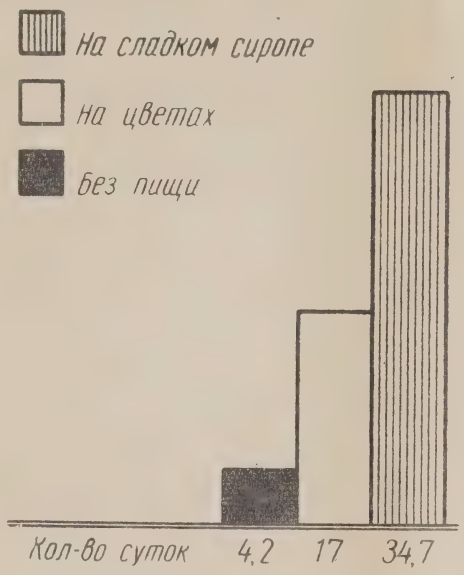


Рис. 1. Продолжительность жизни наездников в опытах по кормлению (среднее по всем опытам).

Анализируя полученные данные, можно видеть, что во всех восьми опытах наездники без пищи жили в среднем четыре дня; лишь в одном случае один наездник жил до 10 суток (P. invisor). Почти столько же жили насекомые в варианте без пищи, но с водой—в среднем около трех суток. При этом характерно, что в этих садках наездники были очень подвижны в первые двое суток и вели себя значительно беспокойнее, чем в садках, где имелся корм. Затем, истратив весь запас питательных веществ, они сидели неподвижно и гибли.

В опытах с пищей (сладкий сахарный сироп, цветы зонтичных) насекомые жили значительно дольше. В среднем продолжительность жизни здесь была от 17 до 34 дней. А P. invisor жили (сначала на цветах, а затем на сахарном сиропе) 161 сутки. Они могли бы жить значительно дольше, но были использованы для других опытов.

Во всех этих опытах, как только мы ставили корм в садки, сразу же все наездники устремлялись на него и в течение нескольких минут, не отрываясь, кормились. В этот момент на цветах или на кормушках с сиропом их можно легко переносить в другие садки (они не летят с корма).

Наши полевые наблюдения в течение двух лет над питанием некоторых видов ихневмонид, хальцид и браконид показали, что взрослые наездники в большинстве случаев питаются на открытых цветах в первую очередь зонтичных, затем розоцветных, крестоцветных и некоторых других растений. В отдельные жаркие дни при температуре 28—35° и безветрии мы наблюдали очень большую концентрацию наездников на цветущих растениях. Замечено также, что, при наличии кругом немалого количества других цветущих растений, больше всего наездников во всех случаях было на цветущих зонтичных. Цветы зонтичных привлекают всех наездников — от очень крупных до очень мелких, так как нектар их вполне доступен для них.

Наибольшее количество наездников нами зарегистрировано на порезнике горном (Libanotis montana All.), тмине (Carum carvi L.), бедренец-камнеломке (Pimpinella saxifraga L.), моркови (Dancus carota L.), укропе (Anethum graveolens L.), купыре (Antriscus silvestris L.) Hoffm.), пастернаке (Pastinaca sativa L.), сныти (Aegopodium padargaria L.). На этих цветах мы легко ловили наездников по 40—70 штук в час.

На некоторых соцветиях бедренец-камнеломки в конце августа, когда кругом были и другие цветущие растения—такие, как луговой василек (Centaurea jacea L.), ястребинка зонтичная (Hieracium cymosum L)., крестовник Якова (Senecco jacobla L.), икотник (Berteroa incana L.), букашник (Jasione montana L.),—мы насчитывали по 5—7—9 наездников на одном соцветии. Такое большое скопление наблюдалось в те дни, когда после нескольких холодных или дождливых дней устанавливалась хорошая погода.

В разгар цветения зонтичных наездники летят на цветы буквально, как пчелы на взяток. На цветах зонтичных чаще всего нами были зарегистрированы следующие виды: Pimpla inquisitor F., Pimpla turionella L., Lissonata carbonaria Holmgr., Glypta bipunctoria Thunb., Glypta mensurator F., Campoplex nitidulator Grav., Banchus falcatorius F., Banchus volutatorius L., Exolytus panzeri Wesm, Paniscus silantjevi Kok., Gasteruption sp. и другие наездники, бракониды и хальциды.

Некоторые виды наездников имеют, видимо, пищевую избирательность к определенным цветам,—например Agattis malvacearum L., встречавшийся только на цветах мальвы, хатьмы. P. invisor, составляющий 80 % от числа всех выведенных из дубовой листовертки паразитов, в природе в 1955 году чаще встречался в укосах по траве под дубами (81 %), где были и цветущие растения лютика, вероники-дубравки, сныти. В 1956 году под дубами этот вид встречался значительно реже и в меньшем количестве, но был отловлен нами на цветущей виктории, лютике и лекарственной ромашке.

Наши двухгодичные наблюдения и опыты дают нам возможность сделать следующие предварительные выводы.

1. Изучение биологии взрослых паразитических перепончатокрылых часто ограничивается узкими рамками (паразит—хозяин). Не уделяется достаточного внимания фактору питания взрослых паразитов, которое оказывает заметное воздействие на изменение численности видов.

2. Имагинальные формы наездников нуждаются в дополнительном питании на цветущей растительности.

3. В условиях Горьковской области значительная часть наездников, браконид и хальцид питаются в первую очередь на цветах зонтичных, розоцветных и крестоцветных.

4. Для организации эффективной борьбы с вредителями древесных растений посредством паразитических насекомых полезно производить подсевы некоторых нектароносных растений, используемых при дополнительном питании взрослых форм.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Викторов Г. А.*—Паразиты акациевой огневки (Etiella zincknella Tr.) в Сталинградской области. Зоол. журн., т. XXX, вып. 5—6, 1951.

2. *Мельниченко А. Н.* — Полезащитные полосы и размножение животных, полезных и вредных для сельского хозяйства. Изд. Моск. об-ва испытат. природы. М. 1949.

3. *Мейер Н. Ф.*—Паразитические перепончатокрылые (сем. Ichneumonidae) СССР и сопредельных стран, вып. 1, 1933.

4. *Рывкин Б. В.*—Биологический метод борьбы с вредными насекомыми в лесу. Гослесбумсбыт, 1952.
5. *Старк В. Н.*—Использование сколий для борьбы с хрущами. Вестник защ. растений, 1—2, 1940.
6. *Тобиас В. И.*—Материалы к фауне и биологии наездников сем. Braconidae западного Казахстана. Тр. зоол. ин-та АН СССР, т. XVI, 1954.
7. *Щеголев В. Н.*—ред., Сельскохозяйственная энтомология, М—Л, 1955.
8. *Эстерберг Л. К.*- Насекомые Горьковского и Кировского краев, Горьк. ОГИЗ, 1935.

Л. С. Невоструева,
кандидат биологических наук

К БИОЛОГИИ HYPODERAEUM CONOIDEUM (Bloch, 1782)

Биология Hypoderaeum conoideum до настоящего времени не была изучена на территории Советского Союза.

В этой статье мы ставим перед собой задачу осветить некоторые данные по циклу развития паразита.

До сих пор знание о жизненном цикле данной трематоды ограничивалось лишь сведениями, имеющимися в зарубежной печати. Однако представление только об общем ходе развития того или иного сосальщика еще не дает научно-практической основы для профилактики вызываемого им заболевания и девастации возбудителя. Для этого прежде всего мы должны знать, какие именно виды моллюсков в каждом данном районе являются промежуточными и дополнительными хозяевами.

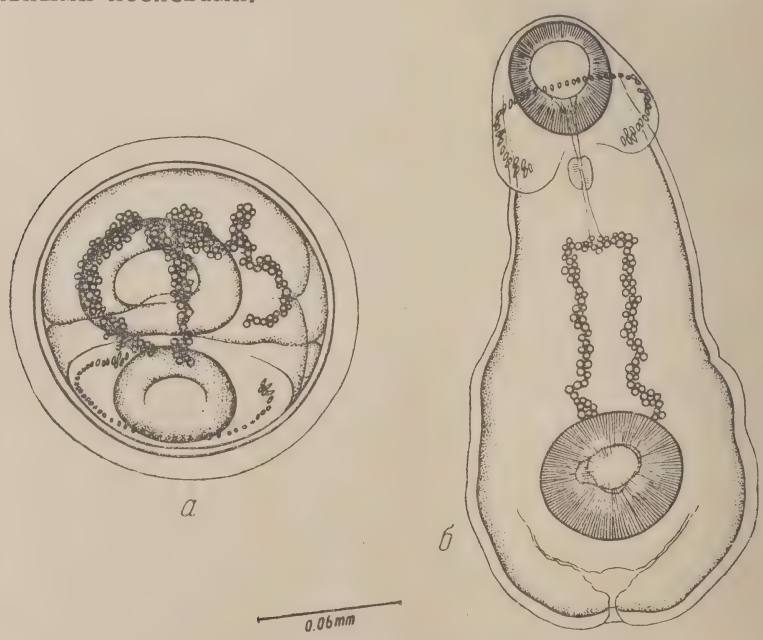


Рис. 1. Hypoderaeum conoideum (Bloch, 1782):
а) метацеркарий в цисте, *б*) метацеркарий, извлеченный из цисты (оригинал).

Работа была начата с обследования на зараженность дополнительных хозяев, что дало возможность установить контингент фауны эхиностоматид домашних птиц в районе обследования (Московской области). При вскрытии пресноводных моллюсков (дополнительных хозяев) вида Rodix ovata, R. auricularia, Galba palustris и Planorbis planorbis, собранных из подмосковных водоемов, были обнаружены метацеркарии эхиностоматид, а также редии и церкарии этих гельминтов. Метацеркарии были заключены в цисту с двойной оболочкой и имели шаровидную форму. Головной воротник метацеркария вооружен 49-ю мелкими шипами, из числа которых на угловых вентральных лопастях воротника располагаются по 5 шипов на каждой стороне, а остальные 39 шипов распределяются по краю воротника, образуя дорзально-непрерывный ряд. На вентральной поверхности тела имеются две хорошо развитых присоски: ротовая и брюшная, причем последняя несколько больше ротовой и имеет преимущественно шаровидную форму. Кишечные ветви простираются кзади от уровня брюшной присоски.

С целью изучения вопроса о развитии Hypoderaeum conoideum в организме дефинитивных хозяев, было поставлено 17 опытов заражения домашних птиц, которым скармливались почки и печень моллюсков, естественно инвазированных метацеркариями. Начиная с 4-го дня после заражения, производились ежедневные гельминтоовоскопические исследования. Зараженная таким образом птица вскрывалась затем методом полных гельминтологических вскрытий по методу акад. Скрябина, через различные сроки после заражения. В итоге всех произведенных вскрытий в кишечнике экспериментальных птиц было получено 4229 экз. Hypoderaeum conoideum (рис. 2, 3).

В целях детального изучения, яйца получались из фекалий искусственно инвазированных птиц методом последовательного промывания и исследовались под микроскопом. Яйца Hypoderaeum conoideum серовато-желтого цвета, овальной формы и снабжены гладкой скорлупой. На тупом конце яйца находится плоская крышечка,

Рис. 2. Hypoderaeum conoideum (Bloch, 1782). Общий вид (оригинал).

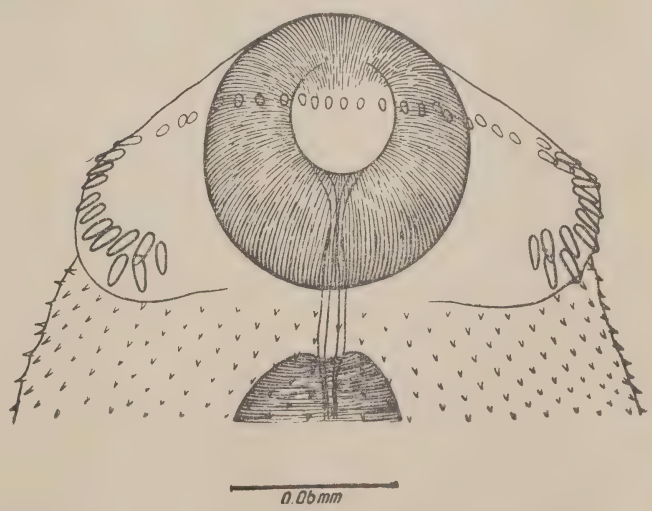


Рис. 3. Hypoderaeum conoideum (Bloch, 1782). Головной воротник.

открывающаяся в момент выхождения мирацидия; на другом конце яйца, более заостренном, имеется небольшой бугорок. Длина яиц 0,098—0,114 мм, ширина 0,057—0,073 мм. Содержимое яйца состоит из массы желточных клеток зернистой структуры, внутри которых помещается зародышевая клетка почти круглой формы; у большинства яиц эта зародышевая клетка находится ближе к середине, а у других—сдвинута к одному из полюсов.

Рис. 4. Hypoderaeum conoideum (Bloch, 1782): *а*) яйцо с массой желточных клеток, *б*) яйцо с формирующимся мирацидием (оригинал).

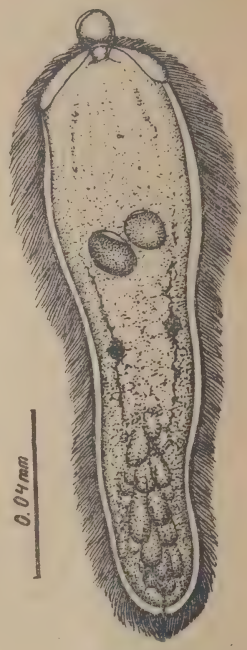


Рис. 5. Hypoderaeum conoideum (Bloch, 1782). Мирацидий, вылупившийся из яйца (оригинал).

Для изучения развития яиц Hypoderaeum conoideum они помещались в бюксы с водопроводной, колодезной или дистиллированной водой и ставились в термостат при температуре в пределах от 20 до 27°. При температуре 20—22° контуры мирацидиев появлялись на 9—11 день, а выхождение их происходило на 16—17 день. При температуре 24—27° контуры мирацидиев были видны на 6—7 день, единичное их выхождение наблюдалось на 11—14 день, причем оно происходило как в темноте, так и на свету.

Мирацидий достигает 0,065—0,103 мм длины при ширине 0,026—0,041 мм. Все тело мирацидия покрыто ресничками, с помощью которых он плавает в воде. Передняя часть тела расширенная, а задняя слегка округленная. В центре передней части находится конический сосочек, который значительно шире у основания и обладает свойством то втягиваться вовнутрь своей полости, то снова вытягиваться. Две пары темно-окрашенных овальной формы глазков расположены под углом друг к другу.

Экскреторная система представлена четырьмя пламеневидными клетками. В задней части тела мирацидия видна объемистая масса зародышевых шаров.

Мирацидий по мере своего развития начинает сокращаться; к моменту выхождения из яйца сокращения учащаются. Мирацидий совершает активные круговые движения внутри скорлупы яйца, причем покрывающие его реснички также приходят в движение, которое находится в прямой зависимости от температуры. Мирацидий, выйдя из яйца, быстро плавает в воде, вращаясь вокруг своей оси, и через несколько часов погибает.

С целью изучения развития личинок Hypoderaeum conoideum в моллюсках, т. е. организме промежуточного хозяина, были проведены опыты по заражению стерильных моллюсков, выращенных в лабораторных условиях, мирацидиями этого вида гельминта. Для

этого в день выхождения мирацидиев в каждый бюкс, где культивировались яйца, подсаживались по 4—8 экз. моллюсков Galba palustris и Limnaea stagnalis.

Всего под опытами заражения находилось 25 экз. моллюсков Limnaea stagnalis и 30 экз. Galba palustris. Экспериментально зараженные моллюски содержались в лабораторных условиях при температуре 12—24°. Моллюски вскрывались после заражения на 10, 20, 30 и 40 день. Через 39 дней с момента заражения из числа вскрытых 25 моллюсков у 5 были обнаружены редии Hypoderaeum conoideum, что составляло 20% заражения. При вскрытии 10 контрольных моллюсков личиночных стадий трематод обнаружено не было.

Редии Hypoderaeum conoideum имеют прозрачное тело, форма и размер которого крайне изменчивы. Длина редии иногда достигает 0,90 мм длины. Имеется хорошо выраженная ротовая присоска. Полость тела заполнена как церкариями, так и зародышевыми шарами, что вызывает затруднение в изучении других органов. Как передняя, так и задняя части тела редии несколько заострены, причем последняя более округлая. В задней трети тела расположены два боковых выроста. В передней части находится образование, напоминающее поясок, благодаря которому она резко отграничена от остальной части тела.

ВЫВОДЫ

1. Развитие Hypoderaeum conoideum до половозрелой стадии в организме домашних птиц (утят, цыплят) продолжается от 12 до 16 дней.

2. Срок развития яиц Hypoderaeum conoideum во внешней среде до выхождения мирацидиев при температуре 20 — 27° равен 11 — 17 дням.

3. Промежуточными хозяевами для Hypoderaeum conoideum впервые устанавливаются моллюски вида Limnaea palustris и L. stagnalis.

4. Дополнительными хозяевами для Hypoderaeum conoideum в пределах Советского Союза впервые устанавливаются следующие виды пресноводных моллюсков: Radix ovata, R. auricularia, Galba palustris и Planorbis planorbis.

5. Наличие метацеркариев Hypoderaeum conoideum в моллюсках Radix auricularia, Galba palustris и Planorbis planorbis дает основание считать эти виды моллюсков новыми дополнительными хозяевами для этого вида гельминтов.

6. Описанный вид гельминта из кишечника цыплят и утят был получен в результате скармливания пресноводных моллюсков, естественно инвазированных метацеркариями данной трематоды.

А. А. Рыжова,
кандидат биологических наук

СЛУЧАЙ ТЕРАТОЛОГИИ У ТРЕМАТОД

При изучении паразитических червей птиц Беловежской пущи нами был обнаружен случай тератологии у трематод. Один отступающий от норм экземпляр был найден в кишечнике сорокопута жулана (Lanius collurio), наряду с четырьмя другими, которые принадлежали к виду Leucochlodium macrostomum.

В результате тщательного изучения уродливого экземпляра трематоды было установлено, что он принадлежит к роду Leucochloridium и, по некоторым данным, имеет сходство с видом Leucochloridium macrostomum: размеры и форма присосок—ротовой и брюшной, фаринкс, размеры семенников и яичника. Однако конфигурацией тела и топографией органов и соотношением их он резко отличается от всех видов данного рода.

Рис. 1. Случай тератологии у трематод.

Тератология данной трематоды касается не только конфигурации, но и расположения внутренних органов. На заднем конце, тотчас за брюшной присоской, тело трематоды расщепляется на две языковидные лопасти, правую и левую.

Тело трематоды асимметрично, левая сторона более выпуклая, правая плоская. Передний конец тела притуплен и сужен по сравнению с задним, который сильно расширен. Длина тела (по средней линии) достигает 1,04 мм, длина по боковой сагиттальной линии 1,48 мм, ширина тела в области ротовой присоски—0,88 мм, в области брюшной присоски—1,47 мм; наибольшая ширина языковидных лопастей 0,72 мм. Ротовая присоска овальной формы, достигает 0,41×0,46 мм; брюшная присоска овальная 0,352×0,47 мм, сдвинута влево от медиальной линии тела. Фаринкс мощный, округлой формы, имеет 0,21 мм в диаметре, префаринкс отсутствует, пищевод слабо выявлен. Кишечные стволы, проходящие от фаринкса, направляются вначале вкось к переду и, после того как превысят уровень расположения фаринкса, резко направляются к заду. При этом левый кишечный ствол в передней части располагается вдоль края тела, а в задней части обрамляет половые железы, не достигая заднего конца левой языковидной лопасти на 0,09 мм. Правый кишечный ствол в передней половине тела отступает от латерального края и заканчивается, не достигая заднего конца правой языковидной лопасти на 0,19 мм.

Половые железы располагаются в правой и левой языковидных лопастях. Семенников три. Два из них располагаются в правой языковидной лопасти, 0,24 мм в диаметре, и занимают нижне-крайнее положение. Третий семенник 0,25 мм в диаметре, расположен по медианной линии левой языковидной лопасти и почти достигает ее заднего конца.

Яичник округлой формы, 0,22 мм в диаметре, лежит перед семенником вентрально, несколько сдвинут влево от медианной линии языковидной лопасти.

Желточники, состоящие из крупных, многочисленных фолликул, берут свое начало на уровне средней части ротовой присоски и в виде широкой ленты тянутся по бокам тела, не достигая конца кишечных ветвей.

Мощно развитая матка заполнена многочисленными яйцами, занимает пространство не только между кишечными стволами, но и налегает на них. Половые отверстия расположены терминально на заднем конце правой и левой языковидных лопастей. Как в той, так и в другой языковидных лопастях конечный отдел матки имеет хорошо выраженный яйцевой пузырек, который переходит в метратерм. Яйцевой пузырек левой лопасти 0,06 мм в диаметре; метратерм 0,03 мм длины; яйцевой пузырек правой лопасти 0,11×0,09 мм, метратерм 0,06 мм длины.

Мужской половой аппарат в обоих лопастях имеет хорошо выраженный vasdeferens, переходящий в семенной пузырек 0,04—0,05 мм.

Яйца овальной формы, 0,024×0,016 мм.

Явления уродства у трематод встречаются реже, чем у цестод, но они описывались многими авторами. Имеющиеся случаи уродства касались отдельных органов различных видов трематод. Иваницким (1927) был описан случай аномалии у Apophallus mühlingi Jägersk, добытого из кишечника чайки, касающийся как конфигурации тела, так и вариации в расположении брюшной присоски. Вард (Ward, 1895) и Ковалевский М. (1896) описали аномалию у Opistorchis filineus, выражавшуюся в перемещении органов правой стороны на левую—и наоборот. Якоби (Jacobi, 1900) исследовал сто экземпляров Opistorchis, filineus, установив, что у 92 экземпляров яичник располагается ме-

дианно, передний семенник локализуется влево от средней линии тела, а задний семенник и семеприемник—вправо от нее. Восемь же из этих экземпляров имели, как отмечает Якоби, обратную топографию половых элементов. Сцидат (Scidat, 1926) установил случай слияния семенников у Opistorchis filineus, Скрябин—у Echinostoma revolutum и Echinochasmus prefoliatus и т. д.

По Зоммеру (Sommer, 1880), нередко наблюдается удвоение яичника у Fasciola hepatica; древовидный яичник располагается как справа, так и слева от медианной линии.

Рядом авторов описана аномалия желточников у Opistorchis filineus — Мюлинг (Mühling, 1896), Баркер (Barcer, 1907), Гольдшмидт (Goldschmidt, 1900) и Сцидат (Scidat, 1926). Энглер (Engler, 1909) описал неправильную топографию кишечника у Opistorchis filineus, Рушковский — взаимное перекрещивание обоих кишечных стволов у Azygia lucii.

Описываемый нами случай уродства у трематод охватывает не только конфигурацию тела и расположение внутренних органов: он выразился в удвоении числа элементов мужской половой системы и копулятивного аппарата.

Данный случай тератологии у трематод в гельминтологии встречен впервые, тогда как удвоение полового аппарата характерно для цестод.

Надеемся, что сообщаемые в настоящей статье данные послужат материалом для изучения сравнительной морфологии плоских червей и уточнения филогенетических связей.

ЛИТЕРАТУРА

Скрябин К. И. и *Шульц Р. С.*—Основы общей гельминтологии. Сельхозгиз. 1940.

Е. Н. Киселева,
кандидат биологических наук

ВИДОВОЙ СОСТАВ ЩЕЛКУНОВ НА ПОЛЯХ ГОРЬКОВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ

Личинки жуков щелкунов или, как их иначе называют, проволочники, имеют большое экономическое значение. Разработке вопросов биологии и мер борьбы с проволочниками уделялось много внимания как в Советском Союзе, так и за границей. Но нельзя сказать, чтобы было все ясно в этом вопросе. Дело в том, что имеется большое количество вредных видов щелкунов, их насчитывается до 23, отличающихся друг от друга различными требованиями к микроклиматическим условиям среды. В силу этого каждой зоне страны с ее климатическими условиями и почвами соответствует свой видовой состав щелкунов. Кроме того, личинки всех видов живут в почве, а взрослая форма многих видов ведет скрытый ночной образ жизни, что затрудняет наблюдения за ними.

Данная работа представляет результаты изучения видового состава вредных щелкунов в течение 1952, 1953, 1954, 1955 и 1956 годов. Наблюдения проводились на полях Горьковской государственной комплексной опытной станции по земледелию. Почвы в районе станции светло-серые лесостепные, по механическому составу легкие суглинки.

ВИДОВОЙ СОСТАВ ЩЕЛКУНОВ

С целью выявления видового состава щелкунов в 1952, 1953 и 1956 годах жуки вылавливались на приманки из травы. Приманки раскладывались на полях севооборотов, начиная с весны. На каждом поле помещалось по 10 приманок, время от времени они обновлялись. Кроме того, определялась заселенность щелкунами посевов различных культур методом наложения площадок. Рамки размером в $^1/_4$ кв. метра накладывались в 20 местах по двум диагоналям каждого обследуемого поля. Жуков собирали с растений, с поверхности земли и из верхнего слоя почвы, при этом определялся видовой состав их.

В 1953 и 1954 годах было сделано определение видового состава проволочников, собранных при производстве почвенных раскопок на полях станции. И, наконец, произведено определение видов щелкунов, собранных из почвы при раскопках.

В результате проделанной работы было выявлено четыре вида вредных щелкунов: Agriotes sputator L. (посевной), Agriotes lineatus L. (полосатый), Agriotes obscurus L. (темный) и Selatosomus aeneus L. (блестящий).

Таблица 1

Видовой состав щелкунов, выловленных на приманки

Годы наблюдений	Количество щелкунов				
	посевного	темного	полосатого	блестящего	всего
1952	7026	1148	72	57	8303
в %	84,6	13,8	0,9	0,7	100,0
1953	3731	302	30	170	4243
в %	87,4	7,9	0,7	4,0	100,0
1956	1380	101	71	11	1563
в %	88,3	6,5	4,5	0,7	100,0

Как в 1952, так и в 1953 и 1954 годах посевной щелкун значительно преобладал над всеми остальными видами. Второе место по численности занимал темный, причем в наибольшем количестве он наблюдался в 1952 году (13%).

Численность полосатого и блестящего щелкунов оказалась очень незначительной. Наибольшее количество полосатого щелкуна наблюдалось в 1956 году, а блестящего—в 1953 году.

Таблица 2

Видовое соотношение щелкунов на различных культурах в 1956 г. (выловлены на приманки)

Культура	Количество щелкунов				
	посевного	темного	полосатого	блестящего	всего
Клевер	179	11	3	4	197
Оз. пшеница	12	5	6	1	24
Яр. пшеница	528	41	6	6	581
Овес+клевер	82	7	44	0	133
Пар	546	37	12	0	595

Посевной щелкун численно преобладал на всех обследуемых посевах различных культур (таблица 2). Что касается других видов, то темный щелкун наиболее часто встречался на яровой пшенице и в пару, полосатый—на овсе с подсевом клевера и в пару, блестящий—на яровой пшенице и клевере.

При определении заселенности щелкунами посевов методом наложения площадок посевной щелкун является также самым многочисленным. Количество других трех видов было почти одинаковым (таблица 3).

В 1953 и 1954 годах произведено определение видового состава проволочников. Всего в 1953 году определено 275 проволочников, из них оказалось:

посевного 201 экз., или 73,1%,

темного и полосатого 73 экз., или 26, 5%,

блестящего 1 экз., или 0,4%.

В 1954 году определено 105 проволочников, из них посевного 75 экз., или 71,4%, темного и полосатого—30 экз., или 28,6%.

При определении видового состава проволочников также были выявлены те же четыре вида их с значительным преобладанием посевного.

Таблица 3

Видовое соотношение щелкунов при обследовании посевов методом наложения площадок (20 проб по двум диагоналям каждого поля)

Годы наблюдения	Количество щелкунов на 5 кв метров				
	посевного	темного	полосатого	блестящего	всего
1952	51	8	4	3	66
1953	24	2	—	—	26
1954	18	0	5	3	26
1955	12	0	2	2	16
1956	21	3	3	3	30
Всего	126	13	14	11	164

Самым верным критерием полученных данных является видовой состав щелкунов, выбранных из почвы при производстве раскопок.

Данные, полученные этим способом, суммированы за все годы и представлены в таблице 4.

Таблица 4

Видовое соотношение щелкунов, выбранных из почвы при производстве раскопок во второй половине лета

Всего	Количество щелкунов по видам			
	посевной	темный	полосатый	блестящий
101	53	12	27	9
В %	52,47	11,88	26,73	8,92

И в данном случае были выявлены те же четыре вида щелкунов, а преобладал также посевной щелкун.

Соотношение других трех видов другое: на втором месте по численности оказался полосатый щелкун, затем темный и блестящий.

Таким образом, в результате изучения видового состава щелкунов всеми вышеперечисленными методами, выявлено их четыре вида: посевной, полосатый, темный и блестящий с значительным преобладанием посевного.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ ЩЕЛКУНОВ

Известно, что щелкуны зимуют в почве на полях, где в августе предыдущего года происходило формирование их из куколок. Они выходят с мест зимовки с наступлением теплой погоды, по мере прогревания верхних слоев почвы. В 1952 году теплые дни наступили в конце апреля, но благодаря возврату холодов первые щелкуны под приманками были обнаружены 15/V. Температура почвы к этому времени на глубине 5 см равнялась 18°С, на глубине 10 см—15°С. Начиная с половины мая, в 1952 году щелкуны накапливались на полях, достигнув максимума в середине июня, а затем количество их начало уменьшаться. В середине июля они встречались единичными экземплярами (таблица 5; жуков собирали на пару под 10 приманками).

В 1953 году потепление началось в конце апреля; 29 апреля под приманками были найдены 6 экземпляров посевного щелкуна и по

Таблица 5

Динамика лёта щелкунов (1952 г.)

Дата просмотра приманок	Количество щелкунов	Дата просмотра приманок	Количество щелкунов
15/V	1	7/VI	1520
17/V	34	10/VI	1932
19/V	43	25/VI	1406
22/V	49	27/VI	1331
27/V	789	3/VII	567
2/VI	1208		

одному темного и блестящего. В течение мая и июня щелкуны встречались в больших количествах.

В 1955 году была холодная затяжная весна. Выход щелкунов с мест зимовки отмечен в начале третьей декады мая.

В 1956 году первые щелкуны были обнаружены 5 мая. Таким образом, выход щелкунов с мест зимовки происходит в конце апреля—первой половине мая. В редкие годы с холодным маем они появляются во второй половине мая.

Выйдя с мест зимовки, щелкуны расселяются по полям, выбирая для себя места, наиболее подходящие по микроклимату. Щелкуны охотнее заселяют поля с более густым травостоем.

Таблица 6

Распределение щелкунов по культурам и годам

Культура	Количество щелкунов на 5 кв. метрах				
	1952 г.	1953 г.	1954 г.	1955 г.	1956 г.
Травы 2-го г. п.	46	8	10	4	8
Озимая пшеница	—	8	6	4	2
Яровая пшеница	16	6	4	4	2
Овес	4	4	0	4	—
Овес+клевер	—	—	6	—	4
Обочины дороги	—	—	—	—	14

В 1952, 1953 и 1954 годах большее количество щелкунов оказалось на травах и озимой пшенице, меньшее—на овсе.

В 1956 году самое большое количество их наблюдалось на обочине дороги, покрытой сорняками и находившейся около поля яровой пшеницы. Второе место по плотности заселения щелкунами заняли травы, затем овес с подсевом клевера. На озимой и яровой пшеницах их было самое меньшее количество.

В 1955 году на всех обследуемых культурах количество щелкунов оказалось одинаковое.

Такую различную плотность заселения шелкунами посевов одних и тех же культур по годам можно увязать и объяснить метеорологическими условиями июня, когда щелкуны обитают на посевах. Ниже приводим данные температуры и осадков за июнь по годам:

	1952 г.	1953 г.	1954 г.	1955 г.	1956 г.
Средн. темпер.	18,5	19,2	19,3	15,4	21,0
Осадки	56,6	24,6	20,7	58,8	29,9

В 1955 году июнь был холодный, а выпавшие осадки составляли почти норму. В силу этого в посевах различных культур создавались благоприятные микроклиматические условия для щелкунов, а поэтому они одинаково заселяли почву.

В 1952, 1953, 1954 и особенно в 1956 годах июнь был жаркий, а в 1953, 1954 и 1956 годах, к тому же, и засушливый. Особенно жаркий и засушливый июнь был в 1956 году (средняя температура — 21°, а осадки выпали в последних числах месяца).

Более подходящие условия температуры и влажности в эти годы щелкуны находили на тех посевах, где гуще травостой (травы, озимые культуры).

В 1956 году микроклиматические условия озимых оказались также мало подходящими для щелкунов, они предпочитали травы и обочины дорог, где росли сорняки, имеющие прикорневые розетки листьев (подорожник, одуванчик и др.). Под стелящимися по земле листьями сорняков щелкуны, видимо, находили благоприятные для себя температуру и влажность и заселяли такие места.

В середине июня (12/VI) 1956 г. было проведено вторичное обследование посевов на заселенность щелкунами, при этом измерялась температура приземного слоя травостоя и определялась относительная влажность воздуха.

Таблица 7

Заселенность щелкунами посевов различных культур в середине июня 1956 г.

Культуры	Количество проволочников на 5 кв. метрах	В приземном слое травостоя	
		температура	влажность %
Клевер+тимофеевка	2	27,5	47
Оз. пшеница	0	28,0	42,0
Яр. пшеница	0	32,0	35
Овес+травы	0	31,0	36
Растения на обочине дороги	10	—	—

Температура приземного слоя в посевах оказалась очень высокой, а относительная влажность низкой. Щелкуны были найдены только в травах, где была самая низкая температура и высокая относительная влажность воздуха. На остальных культурах щелкунов оказалось настолько мало, что они не поддались учету. Самое большое количество щелкунов оказалось на обочине дороги. Измерение температуры и влажности в данном случае сделать нам не удалось.

По данным Гилярова („Локализация щелкунов полосатого и темного в период яйцекладки", ДАН СССР, XXXI, 1941 г. № 2), щелкуны концентрируются на тех культурах (злаки, клевера), на которых в жаркие часы температура приземного слоя воздуха минимальна, а относительная влажность максимальна. Это положение он доказал по отношению к полосатому и темному щелкунам, по нашим данным оно будет верно и по отношению к посевному. Стремлением щелкунов найти для себя более подходящие условия температуры и влажности можно объяснить большую плотность их на полях трав с более густым стеблестоем, что оказалось при обследовании полей трав в июне 1953 и 1954 годов (табл. 8).

Аналогичные данные были получены и в 1953 году.

При обследовании посевов различных культур в июне 1954 года выявилось также, что на одном и том же поле щелкуны распределялись неравномерно. Большее количество щелкунов было найдено там, где гуще травостой, и меньше там, где он реже.

Таблица 8

Влияние густоты стеблестоя трав на плотность заселения щелкунами (данные 1954 г.)

Культура	Ботанический состав травостоя по колич. стеблей на 1 кв. метре				Количество сорняков	Всего стебл.	Колич. щелкунов на 1 кв. м
	клевер	люцерна	тимофеевка	всего			
Тройная травосмесь	137	49	127	313	123	436	0,2
Двойная травосмесь	301	—	297	598	93	691	1,8

Таблица 9

Распределение щелкунов по посеву в зависимости от густоты стояния растений (данные 1954 г.)

Культура	Густой травостой		Редкий травостой	
	колич. проб. просм.	колич. щелкунов	колич. просм. проб.	колич. щелкунов
Травы	8	7	12	2
Оз. пшеница	15	8	15	1
Ячмень	5	1	5	0

Следовательно, в годы, когда в июне стоит жаркая и засушливая погода, щелкуны выбирают для своего заселения посевы с более густым стеблестоем, а на отдельных полях сосредоточиваются в местах с более плотным стоянием растений. Да и в густом травостое они предпочитают небольшие понижения рельефа, что неоднократно отмечалось при обследованиях.

В густом травостое и в понижениях рельефа влажность воздуха более высокая, а температура более низкая по сравнению с изреженным травостоем, что обеспечивает лучшую выживаемость яиц, отложенных щелкунами, и личинок, только что вышедших из яиц. На таких местах плотность проволочников выше, что подтверждается данными обследований, проведенных в 1953 и 1954 гг.

В сентябре 1953 года для определения плотности заселения почвы проволочниками были обследованы два поля трав с различной густотой стояния растений, а в сентябре 1954 года обследовалось одно поле трав, но пробы брались отдельно—на редком травостое и более густом. В обоих случаях почва выбиралась буром, а проволочники извлекались путем промывки почвы водой.

Таблица 10

Влияние густоты стеблестоя трав на плотность проволочников (данные 1953 года)

Культура	Ботанич. состав травостоя по колич. стеблей на 1 кв. м				Количество сорняков	Колич. проволочников на 1 кв. м		
	клевер	люцерна	тимофеевка	всего		больших	малых	всего
Тройная травосмесь	175	16	141	332	123	12	138	150
„	320	110	217	647	10	18	216	234

На поле с густым травостоем, проволочников, особенно только что отродившихся (малых), оказалось значительно больше по сравнению с более редким травостоем.

В результате обследований в 1954 году на части поля с более густым травостоем было выявлено 195 проволочников (малых) на 1 кв. метре, на изреженном травостое 20 проволочников (малых) на 1 кв. метре.

Таким образом, в годы с разными метеорологическими условиями в июне посевы различных культур могут быть заражены проволочниками, отродившимися в данном году, неодинаково. Если в июне стоит жаркая погода, тогда щелкуны заселяют посевы с более густым травостоем (травы, озимые посевы, яровые с подсевом трав).

Здесь создаются более благоприятные условия для выживания яиц и только что отродившихся проволочников, и поэтому в такие годы на травах, озимых посевах и яровых с подсевом трав создается более высокая плотность проволочников.

В годы, когда в июне месяце наблюдается прохладная погода, щелкуны находят для себя подходящие условия также и на яровых посевах. При этом могут быть заселены проволочниками не только посевы с густым травостоем, но и с редким.

Н. И. Серебряков,
кандидат технических наук

ОПЫТ РАЗДЕЛЬНОЙ УБОРКИ ХЛЕБОВ В БОГОРОДСКОЙ МТС

Чтобы изучить и оценить раздельный способ, научные работники кафедры эксплуатации и ремонта Горьковского сельскохозяйственного института провели сравнительное исследование различных способов уборки в условиях Богородской МТС.

Исследование проводилось в течение 1956 и 1957 годов. Наблюдение вели в сравнении с прямым комбайнированием и в одинаковых условиях. На прямом комбайнировании использовался самоходный комбайн С-4, на косовице—лафетная жатка ЖР-4,9 в сцепе с трактором „Беларусь", на подборке валков—подборщик ПС-2, смонтированный на комбайне С-4.

В 1957 году Богородская МТС по применению раздельного способа уборки хлебов заняла одно из первых мест в Горьковской области.

ПЛАН ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование раздельной уборки хлебов проводилось по заранее составленному плану. В этот план были включены следующие основные вопросы:

1. Опыты по определению начала уборки хлебов раздельным способом.
2. Опыты по определению оптимальной высоты стерни.
3. Выявление фактической производительности агрегатов на косовице, подборке валков и прямом комбайнировании.
4. Определение потерь зерна при различных способах уборки.
5. Определение затрат труда.
6. Выявление неисправностей в работе уборочных агрегатов.
7. Выводы и предложения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

А. Характеристика урожая. В 1956 году исследование раздельной уборки проводилось на озимой ржи. В следующем году изучалась работа уборочных агрегатов на ржи, озимой пшенице и овсе. При этом каждый опыт имел трехкратную повторность.

Таблица 1

Основные показатели

Культура	Дата косовицы	Дата анализа зерна	Колхоз	Место взятия пробы	Показатели: Средн. вес снопа (в г)	Процент влажности: стеблей	Процент влажности: сорных трав	Процент влажности: зерна	всхожесть зерна	абсол. вес зерна в (г)	Биологический урожай зерна в ц/га	Отношение веса соломы к весу зерна с кв. м
Озимая рожь, 1956 год	18 июля	18 июля	Шверника	На корню	387	68,7	69,8	31,2	—		—	—
	20 июля	20 июля	„	„	359	65,2	68,9	28,2	89,1	20,8	11,3	2,1 : 1
	26 июля	26 июля	„	„	347	44,1	68,9	19,1	92,0	20,0	10,8	2,0 : 1
	18 июля	26 июля	„	В валке	213	38,4	37,5	18,4	24,0	13,9	—	—
	20 июля	28 июля	„	„	283	36,5	33,5	17,2	93,0	20,8	11,1	1,8 : 1
Озимая рожь, 1957 год	16 июля	16 июля	„	На корню	375	62,3	68,3	32,0	88,4	20,5	11,8	2,2 : 1
	20 июля	20 июля	„	„	374	58,3	60,6	16,5	96,7	18,8	11,0	2,0 : 1
	16 июля	20 июля	„	В валке	245	30,2	31,9	15,8	97,1	19,1	11,7	1,5 : 1
Озимая пшеница, 1957 год	28 июля	28 июля	„	На корню	384	44,0	55,0	22,5	97,0	32,0	20,2	1,6 : 1
	28 июля	31 июля	„	В валке	320	38,0	46,0	17,0	97,3	31,0	20,1	1,5 : 1
Овес, 1957 год	12 августа	12 августа	„	На корню	237	53,4	62,0	28,0	98,0	29,6	13,68	0,9 : 1
	12 августа	20 августа	„	В валке	197	41,2	42,1	12,1	98,3	29,4	13,55	0,91 : 1

Средние показатели, характеризующие урожай этих культур, таковы (таблица 1).

Б. Динамика влажности урожая. Из таблицы 1 видно, что к моменту уборки валков влажность стеблей, зерна и сорных трав резко снизилась (см. таблицу 2).

Таблица 2

Динамика влажности урожая

№ опыта	Дата	Культура	Вид уборки	Место взятия пробы	Средний процент влажности		
					стеблей	зерна	сорных трав
I	1956 г. 20 июля	рожь	начало косовицы	На корню	65,2	28,2	68,9
	1956 г. 28 июля	„	начало подборки	В валках	36,5	17,2	33,5
II	1957 г. 16 июля	рожь	начало косовицы	На корню	62,3	32,0	68,3
	1957 г. 20 июля	„	начало подборки	В валках	30,2	15,8	31,9
III	1957 г. 28 июля	озимая пшеница	начало косовицы	На корню	44,0	22,5	55,0
	1957 г. 31 июля	„	начало подборки	В валках	38,0	17,0	46,0
IV	1957 г. 12 августа	овес	начало косовицы	На корню	53,4	28,0	62,0
	1957 г. 20 августа	„	подборка	В валках	41,2	12,1	42,1

Причины снижения влажности массы, срезанной и уложенной в валки, понятны. Если на корню стебли и сорные травы, получая питание, развиваются, то в валках они подсыхают и теряют часть своего веса. При этом потери веса снопов доходят до 130 г.

Отсюда, в одних и тех же условиях работы, поступление в молотилку комбайна было бо́льшим на прямом комбайнировании, чем при раздельной уборке. Так, согласно расчетам, на участке ржи при урожае в 15 центнеров, при отношении веса соломы к весу зерна одного снопика—2,2 и скорости агрегата 5,6 км/час самоходный комбайн С-4 имел бы поступление в молотилку 2,99 кг в секунду.

Действительно, $П = \frac{Вр \cdot Ср. У}{360} (I + б)$ кг/сек., где П—поступление в молотилку комбайна кг/сек. Вр—рабочая ширина захвата С-4 в метрах, Ср—рабочая скорость агрегата в км/час, У — урожайность зерна в центнерах и б—отношение веса соломы в снопике к весу зерна.

Следовательно, $П = \frac{4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 15}{360}(1 + 2{,}2) = 2{,}99$ кг/сек.

Максимальная же пропускная способность молотилки комбайна С-4 равна 2,5 кг/сек. Следовательно, чтобы создать нормальные условия работы уборочному агрегату на прямом комбайнировании, пришлось скорость его снизить до 4,7 км/час, т. е. на 16%.

$$Ср = \frac{360 \cdot П}{Вр \cdot (1+б)} + \frac{360 \cdot 2{,}5}{4 \cdot 15\ (1+б)} = 4{,}7 \text{ км/час.}$$

При подборке хлебов из валков с того же участка отношение веса соломы к весу зерна уменьшилось до 1,5 и поступление массы в молотилку снизилось до 2,3 кг/сек.

$$П = \frac{4 \cdot 5{,}6 \cdot 15}{360}(1 + 1{,}5) = 2{,}3 \text{ кг/сек.}$$

Значит, при прочих равных условиях на подборке валков используют бо́льшую скорость и получают, следовательно, повышенную производительность, по сравнению с прямым комбайнированием.

В. Начало уборки хлебов раздельным способом. Обычно раздельную уборку хлебов рекомендуют начинать в стадии восковой спелости зерна. Но восковая спелость продолжается длительное время. Можно ошибиться и начать уборку или рано, или поздно. В первом случае зерно не будет иметь нужного налива и потеряет натуру, абсолютный вес и всхожесть. Во втором—раздельная уборка лишится своих преимуществ.

В исследовании мы стремились найти зависимость наивыгоднейшего начала уборки хлебов раздельным способом от состояния влажности зерна.

С этой целью в период восковой спелости закладывались специальные опыты в шестикратной повторности. Схема их такова. В местах, где созревание проходило наиболее интенсивно, ежедневно сжинали по шести снопов (каждый с квадратного метра) и расстилали их на стерне. Наблюдая за ходом созревания зерен и анализируя их, находили максимальный показатель влажности, при котором зерно дозревает в валках, не теряя своих основных качеств.

Средние показатели результатов этой работы сведены в таблицу 3.

Таблица 3

Зависимость начала косовицы хлебов от влажности зерна

Культура	Дата		Место взятия пробы	Результаты анализа зерна		
	косовицы	анализа		влажность	всхожесть	абс. вес
			1956 год, июль			
Рожь . .	18	18	На корню	31,2	нет	—
	20	20	„	28,2	89,1	20,8
	18	26	В валках	18,4	24,0	13,5
	20	28	„	17,2	93,0	20,8
			1957 год, июль			
Рожь . .	16	16	На корню	32	88,4	20,5
	20	20	„	16,5	96,7	18,8
	16	20	В валках	15,8	97,1	19,1

Из таблицы 3 видно, что в условиях дождливого лета (1956 год) начинать уборку ржи при влажности зерна свыше 30% нельзя, так как оно резко снижает свои качества. В условиях же сравнительно сухого лета (1957 г.) убирать рожь можно при влажности зерна в 32%.

Г. Высота стерни. Стерня должна быть такой высоты, чтобы надежно держать валок и не допускать сближения колосьев с землей. Естественно, с увеличением этой высоты сопротивление стерни на изгиб и излом уменьшаются, и наоборот.

Однако изгиб и излом стерни зависят не только от ее высоты,

но и от других причин, в частности, от удельного веса валка. В свою очередь, при прочих равных условиях, на удельный вес валка влияет расположение в нем стеблей. Если длина стеблей в валках совпадает с направлением движения агрегата, то валок получается узким (до 70—75 см). Сужение его происходит за счет увеличения толщины и, следовательно, соответствующего увеличения удельного давления. Кроме того, при расположении стеблей в направлении движения агрегата часть колосьев попадает в междурядья и ложится на землю. Таким образом, продольное расположение стеблей в валке является нежелательным.

Если же стебли располагаются перпендикулярно или под косым углом к направлению движения агрегата, то ширина валка возрастает почти в два раза (120—130 см). Соответственно уменьшается его толщина и, следовательно, удельное давление. При этом стебли не попадают в междурядья и остаются в подвешенном состоянии. Такая форма валка является лучшей.

Значит, при определении оптимальной высоты стерни необходимо добиваться, прежде всего, нормальной формы валков.

По нашим наблюдениям высота стерни должна равняться 15 см при урожае свыше 15 центнеров и 22 см при урожае до 15 центнеров с гектара.

Д. Производительность и затраты труда на раздельной уборке хлебов. В Богородской МТС плановая выработка лафетной жатки равнялась 15 гектарам за смену, комбайна С-4 с подборщиком и на прямом комбайнировании—по 10 гектаров.

В 1956 году фотографией рабочего дня было выявлено, что на косовице ржи лафетной жаткой комбайнер Егоров с трактористом Самохваловым сжинали за смену 18,3 гектара зерновых, комбайнер Г. Д. Синявский с трактористом П. А. Анфиловым — по 19,1 гектара. В среднем их производительность равнялась 18,3 гектара, или 122% от планового задания.

Вместе с этим, на самоходном комбайне, оборудованном подборщиком ПС-2, убирали за смену 8,4 гектара зерновых, или 84%, а на прямом комбайнировании — 6,9 гектара (69%).

Таким образом, производительность на подборке валков по сравнению с прямым комбайнированием была больше на 15%.

В общем же сменная выработка на обоих видах этих работ оказалась низкой. В значительной мере оправдывается это дождливой ненастной погодой.

В среднем рабочее время смены на косовице ржи было продолжительнее на 1,5—2 часа смены прямого комбайнирования. Кроме того, на косовице использовались высшие передачи трактора. Вследствие всего этого сменная выработка лафетной жатки, по сравнению с выработкой самоходного комбайна, увеличилась почти в три раза.

В 1957 году в колхозе им. Шверника среднесменная производительность на косовице достигала 22 гектаров хлебов, или 147% от плановой нормы, на подборке валков — 12 гектаров, или 120%, на прямом комбайнировании — 6 гектаров, или 60% плана.

Лучшие механизаторы добились еще большей выработки.

Например, тов. Шубин за смену сжинал 32 гектара зерновых (213%), тов. Куницын убирал подборщиком 23 гектара, или 230% от планового задания.

Е. Затраты труда на гектар убранной площади определялись делением числа лиц, обслуживавших агрегат, на сменную производительность.

В 1956 году затраты труда на косовице равнялись:

$$H = \frac{2}{18,7} = 0,11 \ \frac{\text{чел. дн.}}{\text{га}}$$

Здесь Н — затраты труда в чел. дн. на гектар, 2 — число рабочих на агрегате лафетной жатки, 18,7 — среднесменная производительность в гектарах.

Аналогично в 1957 году эти затраты выражались:

$$H = \frac{2}{22} = 0{,}10 \ \frac{\text{чел. дн.}}{\text{га}}.$$

Так же подсчитывались затраты труда на работе подборщика и на прямом комбайнировании. Здесь, кроме комбайнера, агрегат обслуживали: помощник комбайнера и два рабочих на соломокопнителе. Всего, таким образом, на комбайне имелось четыре рабочих. Следовательно, в 1956 году затраты труда на подборке равнялись: $H = \frac{4}{8{,}4} = 0{,}49 \ \frac{\text{чел. дн.}}{\text{га}}$, на прямом комбайнировании: $H = \frac{4}{6{,}9} = 0{,}58 \ \frac{\text{чел. дн.}}{\text{га}}$. В 1957 году соответственно:

на подборке валков $H = \frac{4}{12} = 0{,}33 \ \frac{\text{чел. дн.}}{\text{га}}$, на прямом комбайнировании $H = \frac{4}{6} = 0{,}66 \ \frac{\text{чел. дн.}}{\text{га}}$.

Общие затраты труда при раздельной уборке складываются из затрат труда на косовице и на подборке валков. Таким образом, в 1956 году общие затраты труда на раздельной уборке равнялись:

$$Но = 0{,}11 + 0{,}49 = 0{,}60 \ \frac{\text{чел. дн.}}{\text{га}}, \text{ в 1957 году: } Но = 0{,}10 + 0{,}33 = 0{,}43 \ \frac{\text{чел. дн.}}{\text{га}}.$$

Итак, в 1956 году затраты труда на раздельной уборке и на прямом комбайнировании были почти одинаковыми. В 1957 году эти затраты при двухфазной уборке оказались меньшими соответствующих затрат прямого комбайнирования на 0,23 чел. дней/га.

Ж. Потери зерна при уборке хлебов. В отношении производительности раздельная уборка оказалась эффективнее прямого комбайнирования. Еще большую эффективность она показала в борьбе с потерями зерна.

Для выявления потерь на выделенных полях закладывали опыты: отдельно на косовице, подборке валков и прямом комбайнировании.

Перед проведением опытов в начале и в конце прохода агрегата сжинались пять квадратных метров для определения густоты травостоя, засоренности, влажности семян, соломы и сорняков. Кроме того, находилось отношение веса соломы к весу зерна в снопе, высота стеблей, высота горизонта травостоя, а также потери колосьев до прохода агрегата. Длина прохода агрегата равнялась 100 метрам.

При проведении опытов измерялась линейная скорость агрегата, а после прохода гона собирались утерянные колосья и зерно на квадратном метре в десятикратной повторности. В дальнейшем эти потери пересчитывались на гектар.

Таблица 4 показывает, что прямое комбайнирование дает значительно больше потерь зерна, чем раздельная уборка. Так, в 1956 году ржи в среднем с гектара терялось: при прямом комбайнировании 195 кг, а при двухфазной уборке — 81,2 кг, в 1957 году — соответственно — 50 и 13 кг. На озимой пшенице потери при прямом комбайнировании оказались в 9 раз большими, чем на раздельной уборке, а на овсе — в 2,4 раза.

Спрашивается, почему на одной и той же культуре различные способы механизированной уборки дают резкую разницу в показателях потерь? Анализ проб в значительной мере объясняет это. На-

Таблица 4

Потери зерна при раздельной уборке и прямом комбайнировании

№ опыта и год	Культура	Способ уборки	Раздельная уборка			Прямое комбайнирован.	
			дата	влажность зерна	потери зерна (в кг/га)	влажность зерна	потери зерна (в кг/га)
1—1956	Оз. рожь	Косовица Подборка валков Прямое комбайн.	20 июля 26 „ 26 „	29,1 19,1 —	71,7 —	19,9	192,0
2—1956	Оз. рожь	Косовица Подборка валков Прямое комбайн.	24 июля 29 „ 29 „	28,0 16,0 —	63,8 —	17,1	218,0
3—1956	Оз. рожь	Косовица Подборка валков Прямое комбайн.	26 июля 31 „ 31 „	26,1 16,2 —	87,0 —	17,3	174,0
4—1956	Оз. рожь	Косовица Подборка валков Прямое комбайн.	26 июля 31 „ 31 „	26,1 16,3 —	98,0 —	17,0	198,0
В среднем за год					81,2		195,0
5—1957	Оз. рожь	Косовица Подборка валков Прямое комбайн.	20 июля 25 „ 25 „	30,0 12,0 —	18,0 —	13,0	50,0
6—1957	Озимая пшеница	Косовица Подборка валков Прямое комбайн.	28 июля 1 августа 1 „	22,5 17,0	10,0 —	17,5	90,0
7—1957	Овес	Косовица Подборка валков Прямое комбайн.	12 августа 18 „ 18 „	28,6 16,1	24 —	17,0	57,0

пример, в 1956 году на уборке ржи терялось в среднем 8,12 г зерна с каждого квадратного метра. Из них чистым зерном 0,5 г, или 6,2%, в колосках — 7,62 г, или 93,8%. В том же году при прямом комбайнировании общие потери зерна с квадратного метра достигли 19,5 г. Из них чистым зерном — 9,3 г, или 47,6%, в колосках — 10,2 г, или 52,4 %. Значит, прямое комбайнирование по сравнению с раздельной уборкой сопровождается значительно большими потерями чистого зерна. И это понятно. Прямое комбайнирование производится в стадии полной спелости зерен. Раздельную же уборку ведут в стадии восковой спелости зерна, когда оно не осыпается и с трудом вымолачивается.

В наших опытах потери от осыпания выразились следующими показателями (таблица 5).

Итак, осыпание зерна ржи на корню в 1956 году за 6 дней составило 4,4% от урожая, а в 1957 году за 4 дня — 6,7%. Осыпание в валках в 1956 году за 8 дней равнялось 1,8,% в 1957 году за 4 дня — всего 0,84%.

Таблица 5

Потери от осыпания зерна ржи на корню и в валках

Осыпание зерна на корню			Осыпание зерна в валках		
Дата	биологический урожай (в ц)	потери от осыпания на корню (в кг)	Дата	биологический урожай (в ц)	потери от осыпания в валках (в кг)
1956 г. 20 июля . . .	11,3		1956 г. 20 июля . .	11,3	
1956 г. 26 июля . . .	10,8	50	1956 г. 28 июля . .	11,1	20
1957 г. 16 июля . . .	11,8		1957 г. 16 июля . .	11,8	
1957 г. 20 июля . . .	11,0	80	1957 г. 20 июля . .	11,7	10

В период уборки хлебов (1956 год) часто проходили ливневые и грозовые дожди. В связи с этим многие руководящие работники колхозов ставили под сомнение рациональность раздельной уборки. Они утверждали, что дожди прижмут валки к земле, зерно прорастет, и урожай погибнет. Проведенные наблюдения не подтвердили этих предположений. Ливневые дожди больший вред причиняли хлебу на корню, а не в валках. Так, при прямом комбайнировании ржи после сильного дождя потери зерна выражались в 117,7 килограмма с гектара. На этом же участке ржи, скошенной до дождей, общие потери при раздельной уборке составили 78,6 кг.

Е. Выводы и предложения по раздельной уборке хлебов. В Богородской МТС раздельная уборка показала целый ряд неоспоримых преимуществ.

1) Повышение производительности. В 1957 году в колхозе на косовице среднесменная производительность достигала 22 гектаров зерновых, или 146% от плановой нормы, на подборке валков—12 гектаров, или 120%, а на прямом комбайнировании — всего лишь 6 гектаров, или 60% плана. При этом затраты труда как на двухфазной, так и на однофазной уборке были почти одинаковыми.

2) Сокращение сроков уборки и снижение потерь. Прямое комбайнирование ведется в стадии полной спелости зерна и продолжается обычно 1—1,5 месяца. За этот период, по данным исследовательских институтов, теряется от осыпания до 35% урожая.

При раздельной уборке к моменту созревания зерна заканчивается косовица. В валках потери от осыпания резко снижаются (см. таблицу 5).

Процесс уборки валков проходит в сжатые сроки, так как средняя производительность подборщиков, по нашим наблюдениям, значительно выше производительности агрегатов прямого комбайнирования.

В конечном счете потери зерна при уборке хлебов раздельным способом уменьшаются в несколько раз по сравнению с однофазной уборкой (см. таблицу 4).

Поэтому-то в колхозах Богородской МТС отводимые под раздельную уборку площади увеличиваются из года в год.

Колхоз им. Шверника, благодаря раздельному способу, в 1956 году дополнительно собрал 134,5 ц зерна, а в 1957 году — 268 ц.

ЧАСТНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО МЕТОДАМ РАБОТЫ НА РАЗДЕЛЬНОЙ УБОРКЕ ХЛЕБОВ В БОГОРОДСКОЙ МТС

Двухлетняя практика уборки хлебов раздельным способом показала, что качество ее (уборки) зависит в первую очередь от квалифицированности механизаторов и организации полевых работ.

Так, в 1956 году в Богородской МТС раздельный способ уборки вводился впервые. У руководящих работников и рядовых механизаторов не было опыта. Подготовка машин и инструктаж механизаторов проводились слабо. Поступление лафетных жаток в машинно-тракторную станцию проходило с запозданием, иногда—в разгар уборочных работ.

Механизаторы не имели уверенности в выполнении плана раздельной уборки. Более того, многие из них вообще не верили в ее рациональность.

Такое положение отрицательно сказалось на производительности и качестве работ лафетных жаток и подборщиков. Поэтому выработка агрегатов была низкой, а потери зерна большими.

В 1957 году в той же МТС показатели раздельной уборки резко меняются в лучшую сторону. Производительность возрастает почти в два раза, а потери зерна снижаются по сравнению с 1956 годом в 2,3 — 10 раз. В этом большая заслуга принадлежит серьезной организации подготовительных мероприятий и повышению квалификации комбайнеров и машинистов.

Задолго до начала уборки лафетные жатки с подборщиками были закреплены за опытными механизаторами и своевременно отремонтированы. В колхозах выделили для них участки, подсобных рабочих и заранее ознакомили механизаторов с планом-маршрутом уборочных работ. За качество уборки и выполнение плана установили сдельно-премиальную оплату труда.

Кроме того, перед началом уборочных работ в Богородской МТС была организована конференция механизаторов. Здесь обстоятельно провели инструктаж по вопросам двухфазной уборки. Комбайнеры активно делились своим опытом и сделали ряд ценных предложений. Рекомендовалось, например, чтобы косовица и подборка валков проводились одними и теми же механизаторами. Отмечались причины потерь зерна, плохой укладки валков и указывались способы устранения их.

Исключительно большое значение для качества раздельной уборки имеет организация полевых работ. Например, в 1956 году участки не разбивались на загоны. Уборочный агрегат копировал границы поля. Валки получались неровными по длине и неравномерными по толщине. На поворотах оставались куртинки несжатого и помятого стеблестоя. При прохождении агрегата по полеглому хлебу количество несрезанных стеблей увеличивалось. При ходе лафетной жатки поперек борозд агрегат подвергался резким толчкам и колебаниям. Стерня получалась волнообразной, высотой от 12 до 43 см. В результате всего этого потери зерна достигали 2,7 центнера с гектара.

В 1957 году, чтобы улучшить качество раздельной уборки, МТС применила разбивку участков на загоны, прокосы и обкосы углов.

Разбивка участков проводилась бригадиром тракторной бригады вместе с агрономом или полеводом колхоза. При этом руководствовались следующими основными положениями:

1) длину загонов совмещать с направлением борозд;

2) при наличии полеглых хлебов длинную сторону загона направлять под углом в 45° к полеглости (такое расположение загонов исключает движение агрегата по полеглости,—следовательно, уменьшает потери зерна и повышает производительность);

3) площадь загонов не должна превышать одной-двух сменных производительностей агрегата (это уменьшает путь на холостые заезды и сокращает число переездов из загона в загон),

На косовице хлебов применяли или загонный, или фигурный (круговой) способ движения.

Загонный способ характерен тем, что рабочие ходы агрегата

проводятся только вдоль длинных сторон. По ширине же загона агрегат идет вхолостую, с выключенными рабочими органами.

Практика показала, что загонный способ уборки наиболее полно отвечает требованиям укладки в валки. Валки получаются прямолинейными и равномерными по толщине. Такие валки без затруднений и с минимальными потерями собираются подборщиками и обмолачиваются молотилками комбайнов.

Наибольший эффект раздельная уборка давала при прямоугольной форме загонов с соотношением сторон от 1 : 5 до 1 : 8.

При фигурном способе рабочий ход агрегата производится по всем сторонам загона. При этом способе количество холостых ходов лафетной жатки уменьшается, а производительность возрастает.

Однако увеличение производительности идет здесь за счет снижения качества косовицы. Валки получаются неровными и неравномерными. На поворотах остаются куртинки несжатого хлеба. Это увеличивает потери зерна. Кроме того, плохая укладка валков затрудняет работу подборщиков, снижает качество их работы и уменьшает выработку.

В Богородской МТС круговой способ косовицы хлебов допускался лишь в том случае, когда длина гона не превышала 400 м или когда участки были небольшие и неправильной конфигурации.

Перед косовицей как первым, так и вторым способом загоны со всех сторон прокашивались. За неимением фронтальных навесных жаток ЖН-4,0 и валковых косилок КВМ-5, прокосы проводились рядковыми лафетными жатками ЖР-4,9 и ЖР-4,6. Перед включением в работу подборщиков первые валки переносили на стерню.

Надо отметить, что прокашивание загонов лафетными жатками является несовершенным мероприятием. Во время первого прохода приходится приминать стебли трактором и увеличивать трудоемкость за счет дополнительной работы по переноске валков.

В Богородской МТС пробовали производить прокосы самоходным комбайном С-4. Но от этой операции пришлось быстро отказаться. Практика показала, что прокашивание загонов комбайном С-4 приемлемо лишь в том случае, когда зерно на корню имеет нормальную влажность и полную спелость. Прокосы же загонов перед косовицей производятся в стадии восковой спелости зерна и при повышенной влажности. Вымолоченное зерно в таком случае не дозревает. Кроме того, на просушку влажного зерна потребовалось бы много дополнительной работы.

Специального переоборудования самоходного комбайна С-4 для прокосов не производили, так как оно требует сложных ремонтных операций и, кроме того, ходовое колесо комбайна наезжает на валок, портит зерно и влипает в землю.

За двухлетнюю практику уборки хлебов раздельным способом механизаторы Богородской МТС убедились, что на качество дозревания зерна, просушку массы и на величину потерь большое влияние оказывает укладка валков.

Направление стеблей под углом в 45° к движению жатки дает наилучшую устойчивость валкам на стерне и наименьшие потери зерна на подборке. Известно, что лафетная жатка ЖР-4,9 не имеет специального регулятора для укладки валков. Перемещение скатной доски дефлектора по брусу вправо или влево до некоторой степени заменяет этот регулятор. Например, с передвижением скатной доски влево валок расширяется, а стебли в нем укладываются под бо́льшим углом к направлению движения агрегата.

В 1956 году некоторые механизаторы Богородской МТС считали, что скатные доски и козырьки не нужны при работе лафетных жаток. Были случаи, когда их снимали. Однако практика показала, что при

нормальных условиях для правильного формирования валков и укладки их на стерне применение скатных досок и козырьков обязательно. Если жатка работает без скатной доски, то сжатая масса с силой выбрасывается на стерню, прижимает последнюю, и стебли ложатся на землю.

Во время работы жатки скатная доска устанавливалась с наклоном. При этом нижний конец ее не доходил до стерни на 1—2 см. Кожух дефлектора устанавливался так, чтобы быть прямым продолжением наклонного элеватора. Тогда забивания хлеба в дефлекторе не наблюдалось.

Во время работы лафетной жатки большое внимание уделялось мотовилу. Дело в том, что мотовило нельзя регулировать на ходу агрегата. А регулировка его в процессе работы весьма необходима, так как на одном и том же участке хлеб имеет разную высоту, густоту и полеглость. Каждая из этих особенностей требует соответственной установки мотовила. Ориентировка установки мотовила ведется пока на преобладающее состояние стеблей на корню.

По высоте мотовило устанавливалось так, чтобы лопасти захватывали стебли на расстоянии двух третей их длины от корневой шейки. Это в значительной мере уменьшает перебрасывание срезанной соломы и колосьев через ветровой щит. Мотовило поднимали и несколько подавали вперед, если в поле оставались нескошенные стебли и срезанные колосья.

При густом и сильном травостое число оборотов мотовила и колебаний ножа увеличивали. Как правило, необходимо, чтобы окружная скорость планок мотовила превышала поступательную скорость жатки в 1,2—1,4 раза. Нормальное соотношение между этими скоростями проверялось подсчетом количества оборотов мотовила и ходового колеса жатки в минуту.

Если число оборотов мотовила равно или несколько больше числа оборотов колеса жатки, то вращательная скорость лопастей мотовила подобрана правильно, потому что диаметр мотовила больше диаметра ходового колеса в 1,2 раза.

Практика раздельной уборки показала, что подборку валков лучше всего производить подборщиками, установленными на самоходных комбайнах с консольными шнеками. Срезанная масса здесь ровным слоем поступает на транспортер, в барабан комбайна и чище вымолачивается.

При подборке валков самоходным комбайном с цельношнековым хедером часто наблюдалось забивание плавающего транспортера и нарушение непрерывности подачи хлеба в молотилку. От этого ухудшался обмолот и увеличивались потери зерна. Во избежание этого подборщик ведут так, чтобы основная часть валка поступала на внутренний виток левого шнека, который будет принудительно переносить массу под битер и далее на плавающий транспортер комбайна.

По высоте подборщик устанавливается так, чтобы пальцы его не задевали за почву. Регулировка подборщика производится опусканием и подъемом хедера. При этом опускание ограничивается опорными башмаками, положение которых по высоте можно менять, сообразуясь с высотой стерни.

В зависимости от поступательной скорости агрегата, устанавливается вращательная скорость пальцевого вала подборщика. Если хлебная масса задерживается на подборщике, скорость пальцев его увеличивается.

При поступательной скорости комбайна в 4,5—5,5 км/час скорость пальцевого вала подборщика должна быть равной 90—92 об/мин.

Изменение скорости подборщика производится заменой звездочек.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАЗДЕЛЬНОЙ УБОРКЕ

Основные элементы по технике безопасности при раздельной уборке хлебов таковы.

1) До начала уборочных работ механизаторы лафетных жаток и подборщиков проходят инструктаж по технике безопасности.

2) Машины включаются и выключаются из работы по установленным сигналам.

3) Ремонтные операции, а также смена ножей производятся только после выключения рабочих органов и заглушения двигателя.

4) Механизаторы в процессе работ должны быть в спецовке; во время движения не находиться впереди режущего аппарата, не отдыхать на участках, где работают машины, а также возле машин, находящихся на стоянке.

5) Не допускать к работе посторонних лиц. Не допускать в работу машины с открытой карданной передачей, с неисправными площадками и лесенками для рабочих, с неисправными рабочими органами, сигналами и др.

6) На машинах должны быть огнетушители, а на полевых станах, кроме того, ящики с песком, бочки с водой, лопаты, ведра и т. п.

В. И. Борисов,
кандидат технических наук

ОБ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПЛУЖНЫХ ЛЕМЕХОВ

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Продление срока службы, а следовательно, и повышение износостойкости плужных лемехов имеет большое народнохозяйственное значение. Оно не только обеспечивает экономию металла, но и позволяет улучшить качественные показатели при пахоте. Это подтверждается приведенными ниже цифрами.

Как показали наблюдения в некоторых МТС Горьковской области (лето 1955 г.), стойкость лемеха до полного износа, с учетом однократного восстановления, составляет около 15 га пахоты.

Следовательно, при среднем весе нового трапецевидного стандартного лемеха в 4700 г, расход металла, связанный с износом лемеха, на каждый га пахоты составит 313 г, из которых около 90 г остается запаханными в почву, а остальное используется как лом металла.

Приведенные цифры показывают, что на каждые 1000 га пахоты в нашей области расходуется около 300 кг металла, только в связи с износом лемехов. Ясно, что при ежегодно вспахиваемых больших земельных площадях расход металла на изготовление лемехов составляет внушительную цифру. Что касается влияния износа лемеха на качественные показатели при пахоте, то притупление лезвия лемеха в пределах 1—5 мм вследствие износа увеличивает сопротивление плуга на супесчаных почвах до 153% и расход горючего до 125%, уменьшает глубину вспашки до 62% и производительность агрегата до 52% (1). Вопросу повышения износостойкости плужных лемехов посвящено значительное число исследований, выполненных за последнее время.

В указанных работах проблема повышения износостойкости плужных лемехов решалась главным образом по четырем направлениям:

1) Изыскание материала, обладающего удовлетворительными механическими свойствами и хорошей износостойкостью.

2) Изыскание технологического процесса изготовления и ремонта лемехов, обеспечивающего их надлежащее качество.

3) Улучшение конструкции лемеха.

4) Изучение закономерностей износа и влияния различных факторов (главным образом различных свойств почвы) на износостойкость лемехов.

Полевые испытания лемехов, проведенные ВИСХОМ в 1928 г. и описанные инж. Н. В. Щучкиным (2), касались всех перечисленных

выше направлений и послужили обоснованием при разработке ГОСТ 46—51 и 65—50 на плужные лемехи.

Указанными испытаниями было установлено, что лучшим из материалов для изготовления лемехов является углеродистая сталь $C = 0{,}45 + 0{,}6\%$, подвергнутая закалке по всей длине лезвия лемеха на ширину 40—50 мм до мартенситной структуры и твердости по Бринеллю не ниже 400.

Последующие работы, проведенные другими исследователями, касались одного, либо нескольких из перечисленных выше четырех направлений.

Так, некоторые (3), (4) считают, что чугун (ковкий, отбеленный, высокопрочный), а также сталь, наплавленная твердым сплавом, являются более износостойкими материалами по сравнению с углеродистой сталью. Однако получить чугунный, а также стальной, наплавленный твердым сплавом лемех, который бы сочетал высокую прочность и достаточную пластичность (свойства, необходимые для материала лемеха) пока не удалось, вследствие чего лемехи из указанных материалов не получили широкого применения.

Из работ, относящихся ко второму направлению, следует отметить внедрение закалки лемехов с нагревом т. в. ч. (5), применение автоматических линий при производстве лемехов с использованием периодического проката (6, 7). В настоящее время применяются две конструкции лемехов—трапецевидная и долотообразная. В некоторых работах (3, 11) рекомендуется в целях экономии металла продолжать испытания лемехов со сменным носком как наиболее изнашивающейся части лемеха. Исследованиями, относящимися к четвертому направлению (8, 9, 10), установлено, что износостойкость лемеха изменяется не только с изменением свойств материала, но и свойств почвы, главным образом ее влажности, механического состава и наличия в ней камней. Дано описание проявления износа лемеха на различных почвах. Предложен технологический процесс изготовления так называемых самозатачиваемых лемехов. Полагают, что самозатачивание лемеха может происходить, если его рабочая поверхность будет иметь более высокую твердость ($H_B = 500$), чем твердость обратной не рабочей стороны ($H_B = 220 - 280$).

Данные, полученные в результате отмеченных выше и других исследований, являются недостаточными, вследствие чего проблема повышения стойкости плужных лемехов остается пока не решенной.

Потребуются дополнительные исследования с целью раскрытия сущности явления износа металла в абразивной среде, которую представляет собой почва, с тем чтобы затем наметить и осуществить меры по замедлению процесса его изнашивания.

Настоящая работа, проведенная летом 1955 г. в зоне деятельности Каменской МТС и Володарской МТС Горьковской области, является попыткой пополнения данных о явлении износа лемехов применительно к почвам Горьковской области. В результате проведения работы предполагалось установить:

1) Зависимость между износостойкостью лемеха и его структурой.

2) Количественные характеристики износа лемеха (уменьшение его размеров и веса) в зависимости от свойств почв указанных МТС.

3) Процесс притупления лемеха.

4) Меры по улучшению существующего технологического процесса восстановления изношенных лемехов в условиях МТС Горьковской области.

Отмеченные вопросы исследованы недостаточно, в связи с чем в резолюции совещания по повышению износостойкости лемехов тракторных плугов, проведенного в ноябре 1954 г. Институтом машиноведения АН СССР и опубликованной в недавно вышедшем сборнике

докладов совещания, указывается: „д. Провести исследования износостойкости сталей и чугунов различного состава и термообработки применительно к условиям работы лемехов на различных почвах, в частности:

а) Исследование влияния состава и структуры стали на абразивное изнашивание, применительно к цельностальным, двухслойным и трехслойным лемехам.

б) Исследование влияния состава и структуры чугунов на абразивное изнашивание (12).

ПОДГОТОВКА ЛЕМЕХОВ К НАБЛЮДЕНИЯМ

Для наблюдений были взяты 48 стандартных трапецевидных стальных и 2 чугунных долотообразных лемеха. Чугунные лемехи взяты по просьбе работников Сельхозснаба с целью сравнения износостойкости стальных и чугунных лемехов.

Стальные лемехи (Ст. Л65) разбиты на 3 партии по 10 штук и 2 партии по 9 штук в каждой.

А. Термическая обработка лемехов

Каждая из партий подвергалась определенной термической обработке на Горьковском заводе „Красная Этна". Так, партия № 1—отжигу, № II—закалке с последующим низким отпуском, № III—изотермической закалке, № IV—закалке в масле, № V—улучшению.

Режимы перечисленных видов термической обработки приведены в таблице № 1.

Таблица 1

Режимы термической обработки различных партий лемехов

№№ партий	№№ лемехов, образующих партию	Режим термической обработки
I	С 1 по 10 квл	Отжиг при t = 760°С, выдержка 2 часа с последующим охлаждением вместе с печью до t=300° С, а затем на воздухе
II	с № 11 по № 20 вкл.	1. Отжиг по режиму для 1-й партии 2. Закалка а) единовременный нагрев в пламенной печи всей партии под закалку. t нагрева 790° С, время нагрева и выдержки 70 минут. б) Местное (со стороны лезвия) охлаждение в 5% растворе елкого натра, время охлаждения около 4 сек. в) Общее охлаждение до нормальной температуры всего лемеха в масле
III	с № 21 по № 30 влк.	1. Отжиг по режиму для 1 партии 2. Изотермическая закалка а) Единовременный нагрев под закалку всей партии 10 шт. в пламенной печи. t нагрева 790° С, время нагрева и выдержки 70 мин. б) Общее охлаждение в течение 9 сек. в ванне с расплавленной селитрой, имеющей температуру 250° С в) Общее охлаждение в воде до нормальной температуры
IV	с № 31 по № 40	1. Отжиг по режиму для 1 партии 2. Закалка в масле а) Единовременный нагрев под закалку всей партии 10 шт. в пламенной печи. t нагрева 840°, время нагрева и выдержки 90 мин. б) Общее охлаждение до нормальной температуры в масле
V	с № 42 по № 50 влк.	Режим отжига и закалки одинаков с партией № II с последующим высоким отпуском. Нагрев для отпуска производился до t = 450° в ванне с расплавленными солями, время выдержки при указанной температуре 40 мин.

Предполагалось, что каждый из режимов обеспечит получение определенных механических свойств. Результаты термической обработки определялись наружным осмотром, а также микроструктурным анализом и измерением твердости. Наружным осмотром всех партий установлено, что на лезвии некоторых лемехов II и V партии (№№ 13, 17, 18, 19 и 42) в результате закалки образовалась трещина (рис. 1).

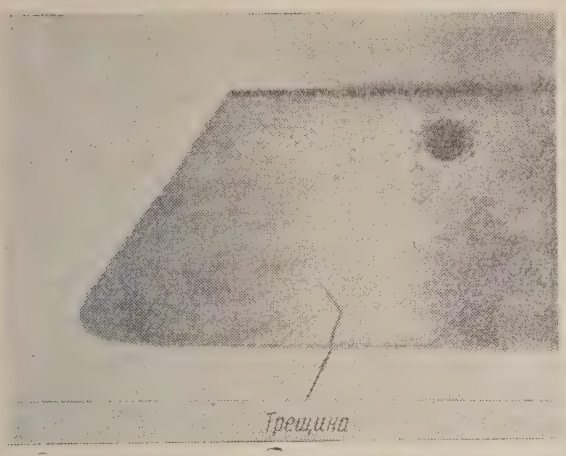


Рис. 1. Закалочная трещина на лезвии лемеха.

Рис. 2. Искривление лемеха в результате термообработки (для сравнения слева от лемеха поставлена линейка).

Все лемехи указанных 2-х партий в процессе закалки получили значительную остаточную деформацию, проявляющуюся в искривлении лезвия лемеха выпуклостью, обращенной к его рабочей стороне (рис. 2).

Уменьшение деформации производилось последующей рихтовкой лемехов на ручном винтовом прессе. С этой же целью часть лемехов 2-й партии перед закалкой изгибалась в обратную сторону на указанном прессе. У лемехов, принадлежащих к другим партиям, деформация, вызванная термообработкой, была незначительной.

Микроструктура и твердость определялись исследованием образцов, отрезанных со стороны бороздового образца (рис. 3) нескольких лемехов из каждой партии. Результаты исследований приведены в таблице 2 и таблице 3 (гр. 3 и 4).

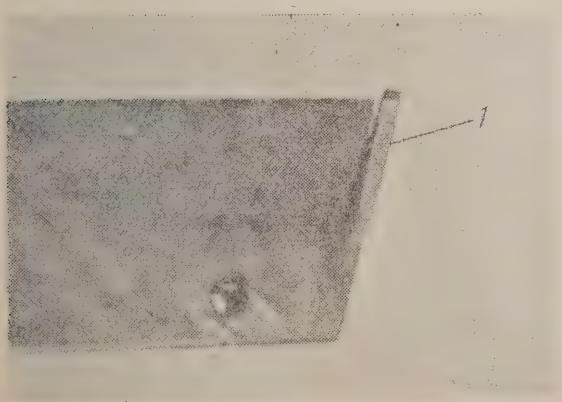


Рис. 3. Отрезанный образец (1) для определения микроструктуры и твердости лемеха.

Микроструктура образцов рассматривалась в двух сечениях. Одно из них, характеризующее структуру лезвия, бралось на расстоянии до 25—30 мм от лезвия, а другое, характеризующее структуру спинки, на таком же расстоянии от спинки лемеха. Измерение твердости образцов производилось в несколь-

Таблица 2

Микроструктурный анализ лемехов после их термообработки по режимам, указанным в таблице 1

№№ п/п.	№ лемехов	Описание структуры сечений, расположенных на расстоянии до 25 мм от	
		лезвия лемеха	спинки лемеха
I	1—10	Перлит + небольшое количество феррита в виде отдельных зерен разной величины. У лемеха № 7 феррит занимает около 50% всей структуры. У лемехов №№ 6 и 10 структура близка к эвтектоидной, т. е. феррит в виде отдельных включений почти не наблюдается.	Структура аналогична структуре сечений, расположенных у лезвия лемеха с некоторым увеличением ферритной составляющей.
II	16, 17 18, 19 20	Структура не полностью закаленной стали—мелкоигольчатый мартенсит + небольшое количество феррита в виде отдельных не больших участков. У лемеха № 17 количество ферритной составляющей увеличено против остальных.	Тростит+феррит в виде отдельных небольших зерен.
III	21, 22 23, 24 25	Тростит+небольшое количество феррита. У лемеха № 22 ферритная составляющая увеличена по сравнению с другими рассмотренными лемехами.	Структура аналогична структуре сечений, расположенных у лезвия лемеха с некоторым увеличением ферритной составляющей.
IV	31, 34, 35, 36, 38	Структура не полностью закаленной стали — тростомартенсит+небольшое количество мелких зерен феррита.	Тростит+феррит в виде отдельных зерен в несколько большем количестве, чем у лезвия. У лемеха № 31, кроме того, имеется незначительное количество мартенсита.
V	41, 44	Тростит + небольшое количество мартенсита и феррита.	Тростит+феррит в виде отдельных зерен.
Чугун. лемех с маркировкой „эксперимент ЦКТБ № 15“		В сечениях, расположенных на расстоянии до 42 мм от лезвия, графитные включения небольшого размера, округлой формы, равномерно расположены в структуре. Металлическая основа состоит из крупноигольчатого мартенсита.	Равномерно расположенные графитные включения небольшого размера округлой формы (очевидно, чугун был модифицирован). Металлическая основа—феррит.
Чугун. лемех с маркировкой „эксперимент зав. № 2“		В сечениях, отстоящих от лезвия до 30 мм, структура состоит из графитных включений мелкой хлопьевидной формы. Металлическая основа — мелкоигольчатый мартенсит.	Мелкие графитные включения хлопьевидной формы, расположенные в феррито-перлитной металлической основе.

ких точках, характеризующих сечения, относящиеся к лезвию и спинке лемеха.

Из рассмотрения результатов микроструктурного анализа и твердости стальных лемехов следует, что их строение и механические свойства различны. Так, строение и механические свойства первой партии соответствуют отожженному металлу.

Причем качество отжига, произведенного в закалочной печи, не

вполне удовлетворительно, что подтверждается некоторой разницей в твердости одновременно отожженных образцов.

Лемехи второй партии вследствие недостаточной температуры нагрева получили неполную закалку (наличие в структуре феррита). Такая структура, например, может наблюдаться у лемехов, восстановленных после износа в условиях кузниц МТС. При указанных условиях закалка лемеха при его восстановлении может осуществляться вслед за окончанием оттяжки лезвия ковкой, т. е. при температуре конца ковки 730—780°.

Третья партия по структуре представляет тростит с небольшим количеством феррита.

Лемехи, закаленные в масле (IV партия) имеют механические свойства, близкие к свойствам лемехов II партии, закаленных в воде. Это следует объяснить тем обстоятельством, что закалка лемехов II партии, как отмечалось выше, была неполной вследствие недостаточной температуры нагрева под закалку, тогда как лемехи IV партии нагревались на 50° выше.

Структура и механические свойства V партии соответствуют высокоотпущенному металлу. Следует отметить, что принятые режимы термической обработки (табл. 2) для всех партий лемехов (за искл. IV партии) не обеспечили получения ожидаемой твердости. Однако полученные структуры и, следовательно, свойства, имеют научный и практический интерес, вследствие чего было решено произвести полевые испытания лемехов с фактически полученными свойствами в результате указанных режимов.

Термическая обработка двух чугунных лемехов была произведена на неизвестном для нас заводе. Судя по маркировке, они, очевидно, были изготовлены как опытная партия. Микростроение и твердость взятых нами для испытаний двух чугунных лемехов были оригинальны. Рабочая часть чугунного лемеха с маркировкой ЦКТБ № 15 имела структуру закаленной стали в сочетании с графитными включениями округлой формы. Сечения, расположенные на расстоянии более 45 мм от лезвия, имели структуру ковкого ферритного (лемех ЦКТБ № 15) и перлито-ферритного (лемех, „эксперимент завода № 2“) чугуна.

Б. Взвешивание и измерение размеров лемехов

Мерой износа лемехов является убыль их веса в процессе эксплуатации.

Сравнение износостойкости различных лемехов, работающих при одинаковых режимах пахоты, целесообразно вести по показателю удельного износа. Под удельным износом лемеха понимают потерю его веса в граммах при вспашке 1 га площади. Что касается характера износа, его распределения по контуру лемеха, то он может быть приближенно установлен по уменьшению размеров и изменению профиля лемеха.

После термической обработки все лемехи были подвергнуты тщательной очистке от окалины на пескоструйном аппарате, после чего взвешены на образцовых весах III разряда с точностью до десятых долей грамма и измерены в нескольких сечениях, указанных в эскизе к таблице 4.

Повторное взвешивание и измерение размеров каждого лемеха в тех же сечениях произведено после испытаний лемехов в полевых условиях. Данные взвешивания приведены в таблице 3 (гр. 15 и 16), а измерения размеров с точностью 0,1 мм—в таблице 4.

УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЙ

Выше указывалось, что испытание лемехов производилось в Каменской МТС Горьковской области в период 10—13 июля на перепашке пара, а в период с 14 сентября по 1 октября 1955 г. в Володарской МТС Горьковской области на зяблевой вспашке. Все пять партий лемехов, характеристика свойств и геометрические размеры которых описаны выше, были разбиты на 10 комплектов по 5 штук в каждом. В состав комплекта, как правило, входили по одному лемеху от каждой партии. Комплект устанавливался на 5 корпусный плуг. Принятая методика испытаний позволяет получить сравнимые показатели износа лемехов, имеющих различные свойства, так как условия эксплуатации различных по свойствам лемехов, входящих в комплект, весьма близки, практически они одинаковы. Каждым комплектом вспахивалась определенная площадь (таблица 3, гр. 5), после чего он снимался и подвергался наружному осмотру, измерениям и анализам.

В обеих МТС, при работе всех комплектов лемехов, плуг прицеплялся к трактору ДТ-54.

Скорость движения плуга составляла около 5,1 км/час. Глубина пахоты 15—21 см, ширина захвата $\sim$ 1,8 м. Характеристика почв при работе каждого комплекта, приведена в табл. 3, гр. 6—14. Отбор проб для анализов почвы брался с различных горизонтов в соответствии с установившейся методикой.

Образцы для определения механического состава почвы брались с двух горизонтов, расположенных на глубине H = 15 см и H = 25 см от ее поверхности. Первый образец (H = 15 см) характеризует механический состав основной массы почвы, срезаемой лемехом, а второй (H = 25 см) механический состав почвы, с которой чаще всего встречается его лезвие.

Образцы почвы для определения влажности брались как со дна борозды, так и с верхнего горизонта почвы, вслед за проходом плуга. Образцы почв с ненарушенным строением для определения объемного веса почвы и удельного веса ее твердой фазы брались с горизонта, расположенного на глубине 10—20 см от поверхности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

А. Характер износа и процесс притупления лемехов

Наружным осмотром стальных лемехов после эксплуатации в Каменской и Володарской МТС установлено, что характер их износа одинаков, тогда как почвы в указанных МТС имеют различный механический состав: почвы Каменской МТС содержат больше глины, нежели почвы Володарской МТС (см. таблицу 3, гр. 8—9).

Одинаковый характер износа проявляется в том, что:

а) На рабочей поверхности лемеха наблюдается большое число рисок—царапин, направленных под углом 40° к лезвию (рис. 4).

Очевидно, износ лемехов вызывается царапающим действием абразивных частиц почвы.

б) У некоторых лемехов, имеющих невысокую твердость (лемехи I, III, IV и V партий), лезвие завернуто на рабочую поверхность в виде заусенца, а носок слегка отогнут также на рабочую поверхность.

в) В результате износа носок принимает округлую форму (рис. 7).

г) Лемехи с незначительным износом сохраняют вдоль лезвия первоначальную фаску, созданную при заточке нового лемеха. Такая фаска сохранилась у большинства лемехов II партии и частично III

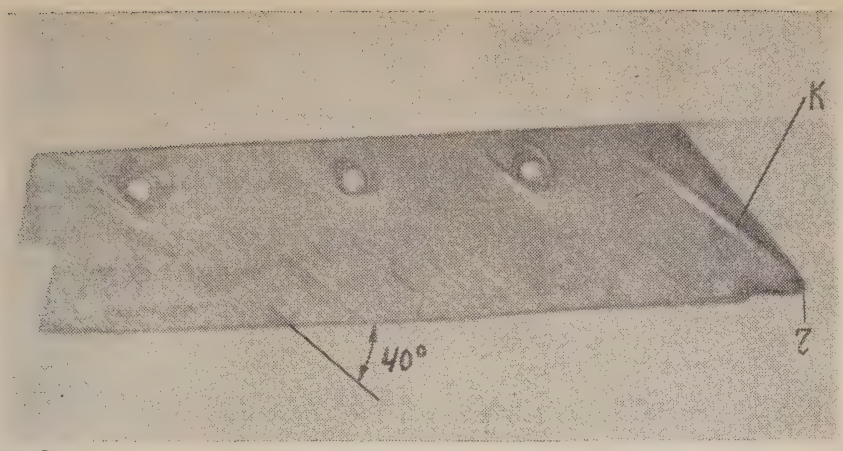


Рис. 4. Царапины и канавки (К) на рабочей поверхности лемеха. Носок закруглен (г).

и IV партий. Ширина оставшейся вдоль лезвия фаски бывает неравномерна, что, очевидно, объясняется непараллельным положением лезвия относительно дна борозды, в результате неправильной установки.

д) По направлению от вершины носка к спинке образуется канавка (рис. 4), глубина и ширина ее увеличивается с приближением к носку лемеха. Канавка расположена над тем же углом, что и риски на рабочей поверхности.

е) В результате износа с обратной (затыльной) стороны лемеха, вдоль лезвия, образуется затыльная фаска (рис. 5), ширина которой бывает различной в зависимости от величины износа лемеха. С увеличением износа ширина указанной затыльной фаски возрастает и достигает 17—20 мм. При указанной ширине затыльной фаски, фаска с рабочей стороны, созданная при заточке нового лемеха, полностью исчезает.

На поверхности затыльной фаски имеются риски-царапины, направленные под углом $\sim 40°$ к лезвию. Образующая затыльной фаски криволинейна и с нерабочей стороной лемеха образует угол $A = 12—33°$. Из сопоставления лемехов с различной величиной износа (оцениваемой по убыли их веса), а также анализа данных табл. 4 следует, что

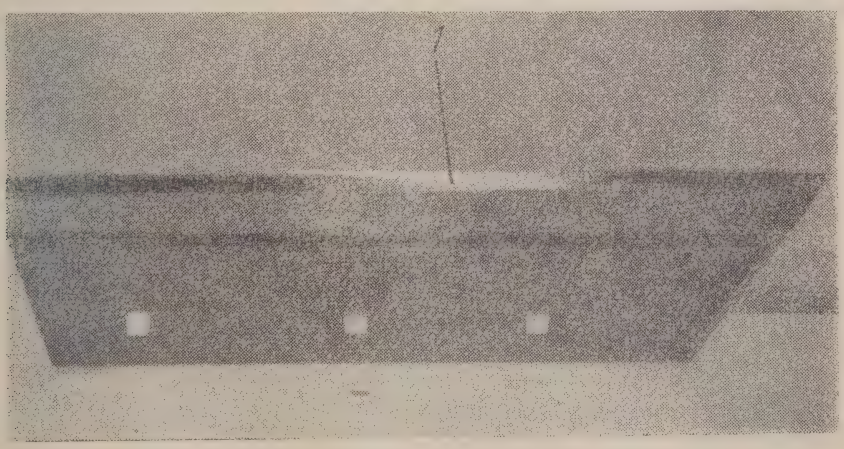


Рис. 5. Затыльная фаска (1), образовавшаяся в результате износа лемеха.

максимальному износу подвергается носок и лезвие лемеха (табл. 4, гр. 3—6 и 11). Рабочая поверхность лемеха изнашивается гораздо меньше. Можно сказать, что износ рабочей поверхности лемеха ничтожно мал по сравнению с износом его лезвия и носка. Величина износа лемеха может быть приближенно охарактеризована шириной затыльной фаски. Очевидно, что с увеличением ширины затыльной фаски возрастает усилие тяги трактора и изменяются другие показатели пахоты. Имеются указания (8) о том, что замену лемеха следует производить, когда ширина затыльной фаски составит 9—10 мм.

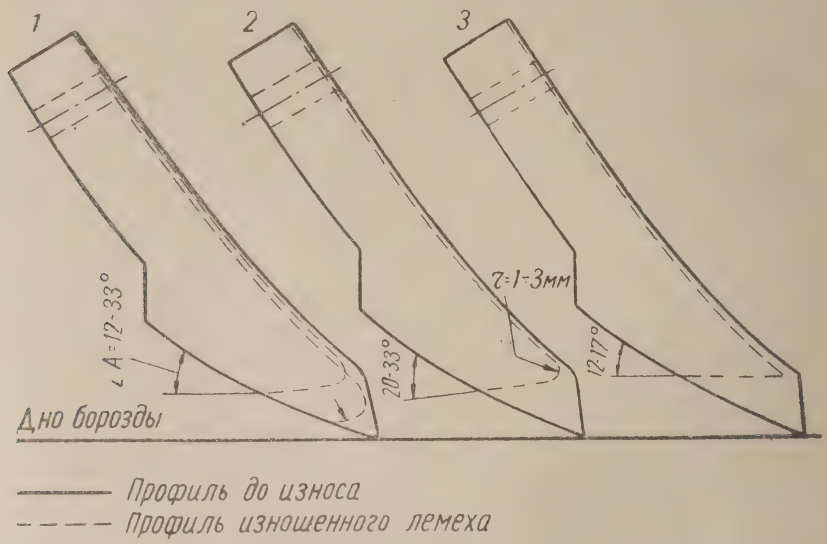


Рис. 6. Изменения профиля лемеха (вид со стороны бороздового обреза) в результате износа.
1 — общий случай (стрелкой показан контур незначительно изношенного лемеха), 2 — на почвах Каменской МТС (содержание глины 24%), 3 — на почвах Володарской МТС (содержание глины 14%).

Процесс постепенного образования затыльной фаски лемеха, характеризующей величину его износа, можно представить схемой (рис. 6), которая одинакова для различных по механическому составу почв.

Затыльная фаска получается в результате постепенного истирания лезвия лемеха о дно борозды. Ее ширина увеличивается с увеличением вспаханной лемехом площади.

Различие в признаках износа лемехов, испытанных в Каменской и Володарской МТС, выявилось в том, что с увеличением содержания песка в почве (Володарская МТС) увеличивается радиус закругления носка лемеха (рис. 7) и уменьшается величина угла затыльной фаски (рис. 6, поз. 3), вследствие чего лезвие остается острым.

На глинистых почвах (Каменская МТС) носок лемеха в результате износа получал меньший радиус закругления (рис. 4), а лезвие становилось тупым (рис. 6, поз. 2).

Износ двух долотообразных чугунных лемехов, эксплуатировавшихся совместно со стальными, характеризуется тем, что у лемеха с маркировкой „эксперимент ЦКТБ № 15“ лезвие по всей длине имело большие выщерблины (рис. 8), у носка лемеха имеются риски и канавки, углубляющиеся по направлению к его спинке.

С обратной стороны вдоль всего лезвия образовалась затыльная фаска шириною 5—6 мм. Износ второго чугунного лемеха, имеющего маркировку „эксперимент завода № 2“, характеризовался наличием рисок на рабочей поверхности, выщерблин вдоль лезвия и излома носка (рис. 9).

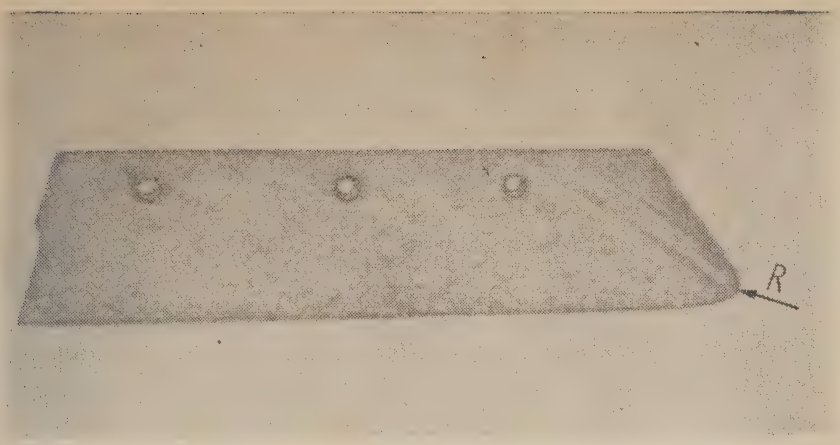


Рис. 7. Закругление (R) носка лемеха после эксплуатации на песчаной почве.

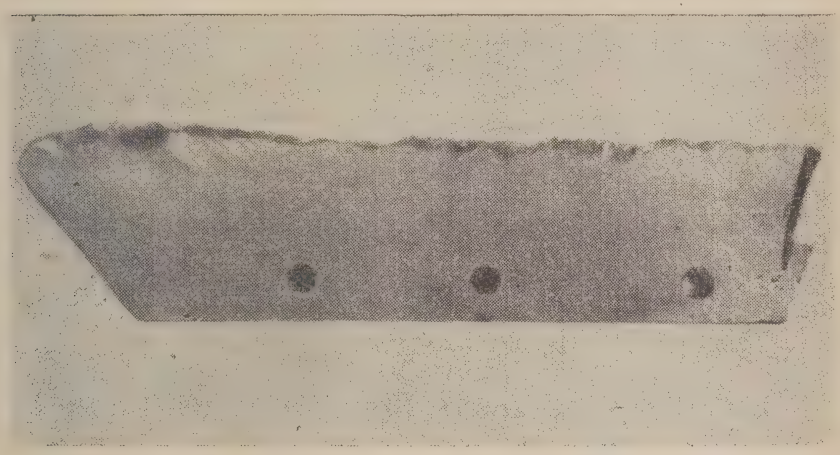


Рис. 8. Чугунный лемех — эксперимент ЦКТБ № 15—после эксплуатации.

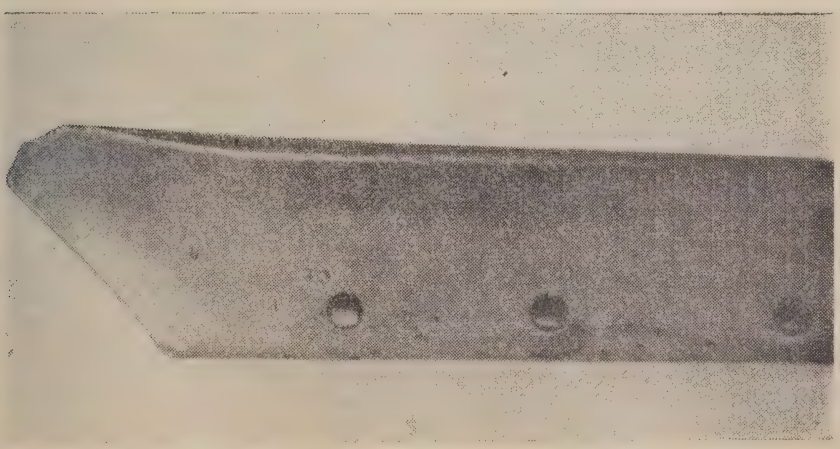


Рис. 9. Чугунный лемех — эксперимент зав. № 2—после эксплуатации.

Вдоль лезвия сохранилась неравномерной ширины узкая фаска от первоначальной заточки. С обратной стороны образовалась затыльная фаска шириною ∞5 мм, на поверхности которой хорошо видны царапины аналогично стальным лемехам.

Б. Удельный и линейный износ лемехов

По результатам взвешиваний был определен удельный износ каждого лемеха (табл. 3, гр. 18). График, построенный по данным таблицы 3 (рис. 10), позволяет сравнить удельный износ различных комплектов лемехов. Измерением размеров в различных сечениях лемеха, до и после испытаний, установлена величина линейного износа этих сечений (табл. 4).

По данным таблицы 4 построен график изменения линейных размеров лемехов по высоте (рис. 11) в сечениях № 2 и № 4.

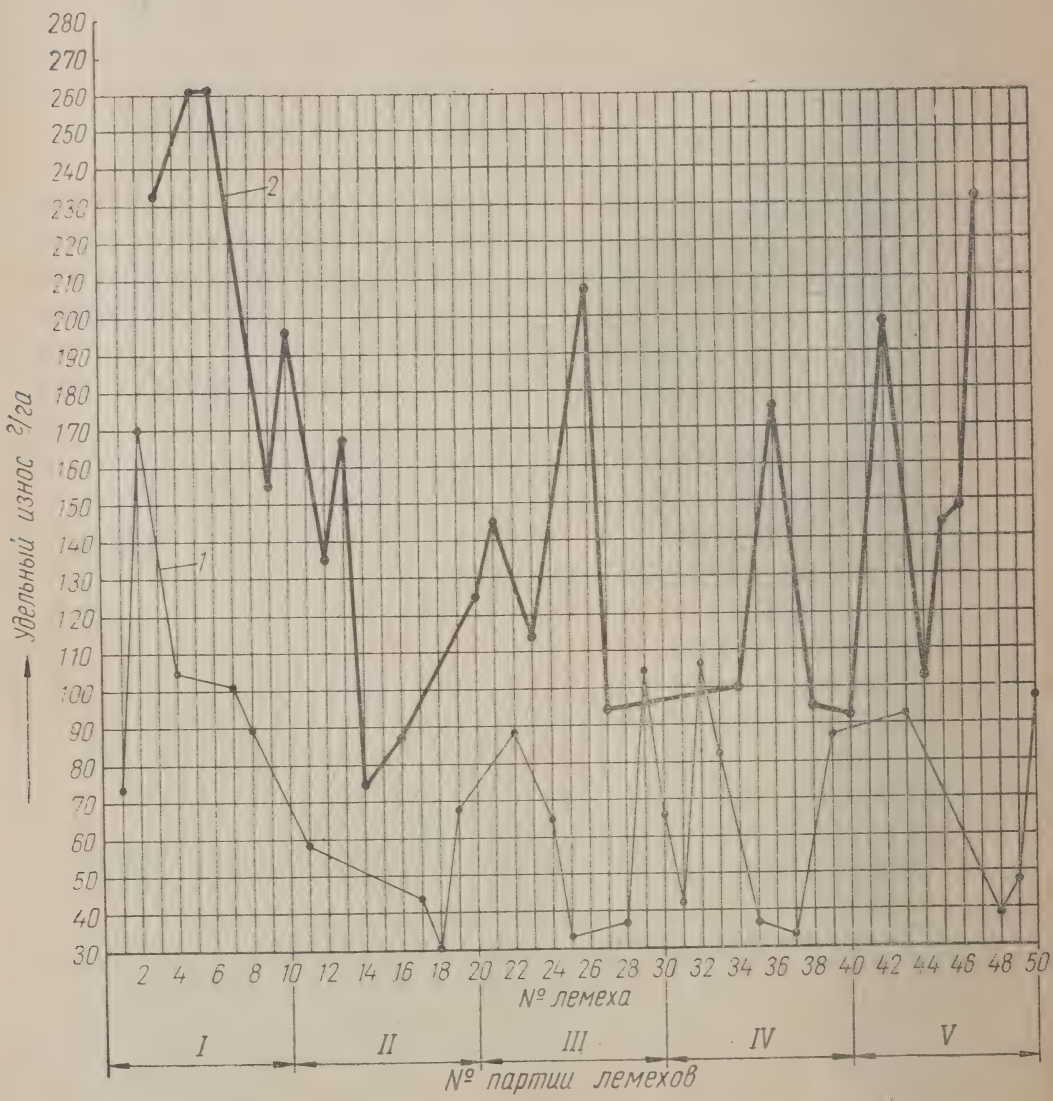


Рис. 10. График удельного износа различных комплектов лемехов, 1—Володарская МТС, 2—Каменская МТС.

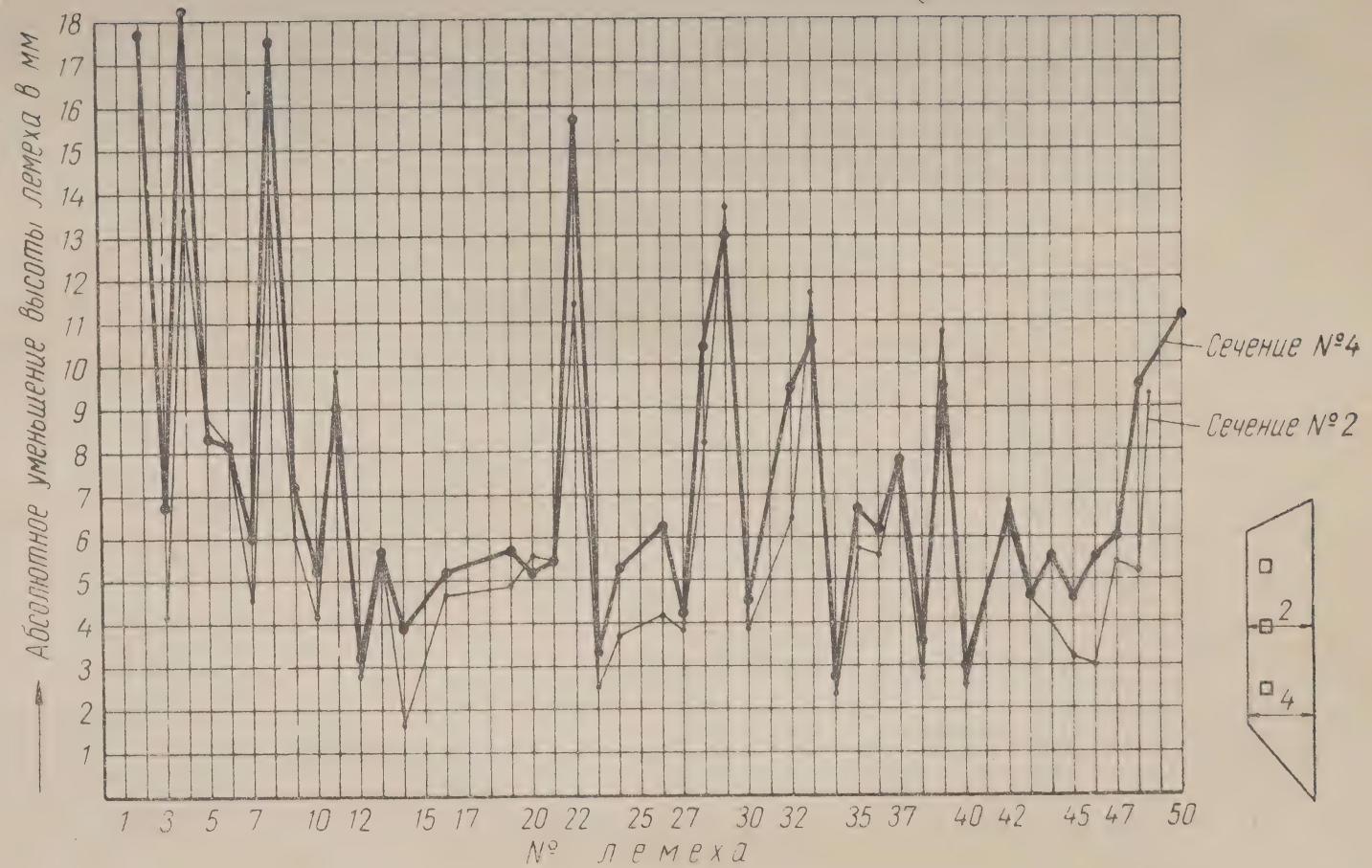


Рис. 11. График изменения линейных размеров лемехов по высоте.

Таблица 3

Удельный износ различных по структуре и механическим свойствам лемехов в зависимости от некоторых свойств почвы

№ комплекта	№ лемехов, входящих в комплект	Твердость (H_{Rc}) сечений лемеха, расположенных на расстоянии до 25 мм от лезвия	Твердость (H_{Rc}) сечений лемеха, расположенных на расстоянии до 25 мм от спинки	Вспаханная площадь одним лемехом (га)	Характеристика почвы: фон почвы	Механический состав: размер фракций (мм)	Содержание фракций в % на глубине (H): H=15 см	H=25 см	Влажность: дно борозды	верхний горизонт	Объемный вес (v) г/см³	Удельный вес твердой фазы (d)	Скважность $(1 - \frac{v}{d})$ 100%	Вес лемеха (г): до эксплуатации	после эксплуатации	Абсолютный износ лемеха (г)	Удельный износ лемеха (г/га)	Примечание
I	1	88Rb	84Rb	7	жнивье овса	1—0,5	1,34	1,59						4757,1	4264,6	492	70,3	
						0,5—0,25	21,58	4,4										
	25	24	18	7		0,25—0,05	62,78	80,43	4,5	3,6	1,58	2,51	38	4839,8	4610,2	229,6	32,8	
	49			7		0,05—0,01	0,6	6,54										
						0,01—0,005	1,7	2,84						4737,4	4409,1	328,4	46,9	
	31	47	25	7		0,005—0,001	6,8	0,51						4781,3	4488,7	292,6	41,8	
						<0,001	5,2	3,67										
	18	52	25	7		глина	13,7	6,91						4710,7	4496,4	213,3	30,4	
						песок	86,3	93,01										
II	43	38	26	7	жнивье пшеницы 80%, жнивье кукурузы 20%	Анализ не производился			3,6	2,04		2,5		4754	4122,3	631,7	90,2	
	33			7										4972	4399,8	572,2	81,7	
	11			7										4952,4	4536	416,4	59,4	
	22	22	20	7		Почва аналогична почве III комплекта								4836,5	4220,1	616,4	87	
	4	85Rb	84Rb	7										4719,4	4089,7	729,7	104,2	
III	8	94Rb	89Rb	7,2	жнивье кукурузы	1—0,5	1,04	0,82						4987,4	4342,4	645	89,5	
						0,5—0,25	10,44	25,61										
	28			7,2		0,25—0,05	65,65	58,1	7	12,5	1,6	2,51	37	4667,5	4404,8	262,7	36,4	
						0,05—0,01	3,93	5,54										
	37			7,2		0,01—0,005	1,58	2,75						4755,6	4513,5	242,1	33,6	
	35	46	31	7,2		0,005—0,001	10,01	6,89						5053,7	4791	262,7	36,4	
	48	40	30	7,2		>0,001	7,35	0,29										
						глина	18,94	9,93						4902,1	4620	282,1	39,1	
						песок	81,06	90,07										

	39			8	картофельник 60% жнивье кукурузы 30% пшеницы 10%	глина	11,4	9,04				2,51		4667,6	3964,5	703,1	87,8		
	50			8		песок	88,6	90,96			1,6			4626,8	3853	773,8	96,7	по-	
IV	2	92Rb	86Rb	8					7,8					4769,4	3414,9	1354,5	169,3	ломка	
	29			8										4757,2	3924,6	832,9	104	носка	
	32			8									37	4713	3864,1	848,9	106,1		
	19	54	31	4		Анализ не производился						2,51		4790,9	4520,2	270,8	67,7		
	17	48	30	4	жнивье пшеницы									4899,3	4724,7	174,6	43,6		
V	30			4		Почва аналогична почве			8					4743,8	4481	262,9	65,7		
	7	87Rb	88Rb	4		I комплекта								4901,9	4498,4	403,5	100,8		
	24	25	23											4718,2	4461,2	257,0	64,2		
						Каменская МТС													
	9	81Rb	81Rb	1,6		глина	19,24	—						4631,6	4382,4	249,2	155,7		
VI	14	45	45	1,6	пере-	песок	80,76		5,7	4,2		2,48		4953,3	4834,5	118,8	74,2		
	27			1,6	пашка									4872,2	4721,5	150,7	94,2		
	38	48	24	1,6	пара									4788,1	4638,1	150,0	93,7		
	40	42	26—27	1,6										4915,9	4768,0	147,9	92,4		
	10			1,6		глина	23,56	—	5,2	4,6		2,5		4762,7	4446,2	316,5	197,8		
	12	92Rb	87Rb	1,6		песок	76,44	—						4699,1	4483,2	215,9	135		
VII	23	20	15	1,6	„									4859,1	4677,8	181,7	113,5		
	34	48	31	1,6										4813,2	4652,4	160,8	100		
	45	36	23	1,6										4906,2	4675,0	231,2	144,5		
	5	86Rb	81Rb	1,6										4715,5	4295,7	419,8	262,3		
	16	56	45	1,6		Анализ не производился			7,3	5,7		2,41		4580	4441	139	86,8		
VIII	21	24	21	1,6	„	Почва VIII—X к-тов								5015,4	4782,2	233,2	145,7		
	экспер. з-д № 2 (чугун)					Аналогична почве, на которой								3868,8	3556,1	312,7	195,4		
	44	36	23	1,6		испытывались VI-VII к-ты								4629,8	4466	163,8	102,3		
	3	93Rb	86Rb	1,6										4723,8	4352,7	371,1	231,9		
	20	46	33	1,6										4587,4	4386,7	200,7	125,3		
IX	экспер. ЦКТБ № 15			1,6	„														
				1,6										4117,5	3579,5	538	336,2		
	36	53	33	1,6					12,1	9,2		2,48		4757,7	4474	283	176,8		
	47													4562,2	4192,8	369,4	230,8		
	6	96Rb	92Rb	1,6										4946,9	4526,4	420,5	262,8		
	13			1,6					9,6	7,7		2,48		4905,4	4637,4	268,0	167,5		
X	26			1,6	„									4966,0	4632,2	333,8	208,6		
	42	30	16—18	1,6										4879,2	4561	318,2	198,8		
	46			1,6										4977,5	4737,9	239,6	149,7		

* В гр. 2 лемехи проставлены в порядке расположения их на стойках плуга по направлению от трактора.

Таблица 4

Уменьшение линейных размеров лемехов в различных сечениях за период испытания

№ комплекта	№№ лемехов, входящих в к-т	Абсолютное уменьшение размеров лемеха в сечении								
		1	2	3	4	А1	А2	А3	А4	уменьшение длины l (мм)
II	43	4,5	4,6	4,4	4,5	0,1	0,4	0,1	0,5	8
	33	13,2	11,7	10	10,5	0	0,1	0	0,1	23
	11	10,9	9,9	9,4	9,0	0,1	0	0	0	20
	22	13	11,5	12,9	15,7	0,1	0	0,3	0,5	32
	4	11,9	13,7	16,0	18,2	0,3	0,2	0,4	0,7	42
III	8	16,5	14,4	16,6	17,6	0	0	0,1	0	29
	28	5,7	8,1	9,2	10,3	0	0	0,2	0,2	20
	37	6,5	7,9	7,6	7,8	0	0	0	0	13
	35	9,6	5,9	6,6	6,7	0,3	0,5	0,6	0,7	25
	48	3,7	5,2	7,5	9,5	0	0	0	0	25
IV	39	6,8	10,8	9,2	9,5	0	0	0,2	0,5	20
	50	14,0	22,1	11,1	11,1	0,1	0,2	0,5	0,7	31
	2	25	20,7	17,9	17,7	0,3	0,4	1,0	1,5	51
	29	14,2	13,6	11,0	13,0	0,1	0,1	0,7	0,2	44
	32	6,5	6,4	7,2	9,4	0	0,1	2,1	1,1	40
V	19	5,1	4,9	5,6	5,7	0,3	0,3	0,4	0,4	40
	17									
	30	4,2	3,9	4,3	4,4	0	0,2	0,4	0,4	13
	7	3,2	4,5	5,0	6,0	0,1	0,3	0,5	0,1	25
	24	2,9	3,7	4,7	5,2	0,3	0,3	0,4	0,5	16
VI	9	4,8	6,0	6,0	7,1	0	0	0,1	0,2	20
	14	1,4	1,6	2,9	3,9	0,2	0,1	0	0,1	10
	27	4,1	3,9	4,4	4,2	0	0	0	0,3	10
	38	2,6	2,7	3,0	3,6	0,1	0,1	0,2	0,2	12
	40	2,3	2,7	2,7	3,0	0,1	0,1	0,2	0,3	11
VII	10	3,9	4,1	4,3	5,1	0,1	0,2	0,4	0,4	15
	12	3,3	2,7	2,5	3,1	0	0	0,3	0,5	7
	23	3,0	2,4	2,9	3,2	0	0,1	0,3	0,2	8
	24	2,0	2,3	2,3	2,8	0,1	0,1	0,3	0,3	11
	45	4,0	3,2	3,5	4,4	0,3	0,2	0,5	0,2	12
VIII	5	10,4	8,7	8,1	8,2	0,3	0,3	0,3	0,5	17
	16	5,0	4,7	5,1	5,1	0,3	0,3	0,3	0,5	17
	21	5,9	5,4	5,2	5,4	0,3	0,3	0,4	0,4	13
	эксп. з-д № 2 (чугун)	9,2	10,4	8,2	5,9	1,2	0,6	0,7	1,4	14
	44	3,1	4	4,4	5,6	0,1	0,4	0,3	0,3	17
IX	3	2,6	4,1	5,1	6,7	0,2	0,3	1,2	1,1	25
	20	6,1	5,4	5,0	5,1	0,1	0,1	0,1	0,5	17
	экспер. ЦКТБ № 15									45
	36	6,6	5,7	5,9	6,1	0,2	0,1	0,3	0	21
	47	6,5	5,5	5	6	0,3	0,2	0,7	0,7	15
X	6	9,0	8	8,2	8,1	0,2	0,2	0,2	0,4	25,5
	13	6,2	5,6	5,7	5,7	0,5	0,2	0,3	0,6	17
	26	5 3	4,2	5,5	6,2	0,2	0,1	0,4	0,4	19
	42	8,5	6,8	6,9	6,4	0,3	0,3	0,4	0,3	17
	46	2,1	3,0	4,2	5,4	0	0,1	0,6	0,7	18

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Из рассмотрения результатов исследований следуют выводы:

1. Износостойкость стальных лемехов зависит от их структуры.

В порядке убывания удельного износа испытанные партии лемехов, имеющие различную структуру и свойства, можно расположить в последовательности:

а) 1 партия (отожженные лемехи) — средний удельный износ 164 г/га,

б) V партия (закалка с последующим отпуском)—средний удельный износ 110 г/га,

в) III партия (лемехи, подвергнутые изотермической закалке)—средний удельный износ 95 г/га,

г) II партия (закалка в воде)—средний удельный износ 87,7 г/га,

д) IV партия (закалка в масле)— средний удельный износ 85 г/га.

Таким образом, первая партия лемехов, имеющая структуру отожженного металла (перлит+феррит), обладает минимальной износостойкостью.

Следовательно, наименьшим сопротивлением абразивному износу обладает отожженный металл.

Лемехи, закаленные в воде (II партия) и в масле (IV партия) имеют минимальный удельный износ.

Результаты испытания всех партий лемехов свидетельствуют о том, что с повышением твердости лемеха снижается его удельный износ, а следовательно, повышается его износостойкость. Однако чрезмерно высокая твердость может привести к поломке лемеха, вследствие пониженной его пластичности.

Износостойкость металла с тросто-мартенситной структурой (IV партия) почти одинакова с износостойкостью структуры мелкоигольчатого мартенсита (II партия).

Отмеченная последовательность в убывании удельного износа различных по свойствам партий лемехов сохраняется на двух, различных по механическому составу и другим свойствам, почвах (Каменская и Володарская МТС).

2. В процессе эксплуатации лемеха наиболее интенсивно изнашивается его носок и лезвие. Толщина лемеха меняется незначительно (особенно у спинки), т. е. рабочая поверхность лемеха изнашивается значительно менее его лезвия.

Следовательно, повышение износостойкости лемеха должно сводиться к повышению износостойкости не всех его частей, а только тех, которые испытывают наибольший износ при работе.

Из рассмотрения данных табл. 4 и схемы (рис. 6) видно, что такими частями являются носок и поверхности шириною 25—35 мм, образующие лезвие. Упрочение других участков поверхностей лемеха в целях повышения его износостойкости—нецелесообразно.

В связи с отмеченным следует сказать, что с точки зрения экономии металла конструкции сборного лемеха, предлагаемые рядом авторов, являются целесообразными.

3. Изменение линейных размеров у разных партий лемехов (рис. 11) подтверждает ту же последовательность в распределении партий лемехов по уменьшению удельного износа, которая была отмечена в п. 1. Отсюда следует, что изменение линейных размеров лемеха является одним из показателей, характеризующих его износ.

4. Износостойкость лемеха изменяется с изменением механического состава почвы. Увеличение глинистой составляющей в почве повышает износ лемехов: так, например, износостойкость лемехов (VI—X к-тов), испытанных на почвах Каменской МТС, характеризующихся более высоким содержанием глины, значительно ниже износостойкости I—V

к-тов, испытанных на почвах Володарской МТС с меньшим содержанием глины (рис. 10).

5. Лемех должен обладать определенными механическими свойствами, обеспечивающими надлежащее его сопротивление внешним усилиям, возникающим при пахоте. Лемехи с низкой твердостью $R_c=35$ не только характеризуются низкой износостойкостью, но и тем, что их лезвие и носок в процессе пахоты получают изгиб в сторону рабочей поверхности и завертываются в виде заусениц, что повышает усилие тяги плуга. Лемехи с низкой пластичностью ($R_c=55$) выходят из строя вследствие поломок, образования выщербин на лезвии. Весьма характерными в этом отношении являются чугунные лемехи.

Два чугунных лемеха, лезвия которых были подвергнуты закалке (структура металлической основы—мартенсит + графитные включения мелкой округлой у лемеха УКТБ № 15, или хлопьевидной формы у лемеха эксперимент з-да № 2), работавшие одновременно со стальными, показали низкую износостойкость только вследствие низких механических свойств. Их лезвия и носки имели крупные выщерблины (рис. 8 и 9).

Испытания позволяют сделать вывод, что обычный серый чугун и ковкий чугун, подвергнутый закалке на мартенсит, не могут служить материалом для изготовления лемехов, предназначенных для обработки почв, аналогичных по свойствам почвам Каменской МТС, по причине низкой пластичности. Высокая пластичность материала лемеха также нежелательна.

О ВОССТАНОВЛЕНИИ ЛЕМЕХОВ

Существующая конструкция трапецевидных лемехов (ГОСТ 46—51) позволяет восстанавливать их после износа.

В большинстве МТС Горьковской области технологический процесс восстановления состоит в нагревании лемеха в кузнечном горне до температуры ковки (1100—1200°) и последующей кузнечной оттяжке его лезвия.

Лемех по окончании оттяжки чаще всего охлаждается на воздухе на полу кузницы, либо (редко) в воде при температуре конца ковки 750°.

При указанном технологическом процессе восстановления, лемех теряет термическую обработку, а следовательно, и механические свойства, которые он получил на заводе-изготовителе.

После восстановления материал лемеха приобретает структуру и свойства, характерные для сырого, либо нормализованного материала, т. е. аналогичные тем, которые имели лемехи первой партии.

Износостойкость же лемехов I партии, как показали наблюдения, была примерно в 2 раза ниже по сравнению с лемехами II партии, имеющими термическую обработку и свойства, близкие к стандартным лемехам.

Следовательно, принятый в большинстве МТС Горьковской области технологический процесс восстановления лемехов приводит к резкому снижению их качества после восстановления, выражающемуся в пониженной износостойкости.

Кроме того, указанный процесс восстановления является трудоемким.

По данным Горьковской областной конторы Сельхозснаба, МТС области получили в 1955 г. около 53 тысяч плужных лемехов. Если принять, что все они восстанавливались один раз, то вследствие снижения их износостойкости в результате восстановления на 50%, расход лемехов, необходимых для вспашки определенной площади, увеличивается на одну треть.

Если же технологический процесс восстановления изношенных лемехов будет включать операцию термической обработки по режимам завода-изготовителя, то указанное мероприятие позволит сократить ежегодный расход лемехов в Горьковской области на 13 000 шт., т. е. позволит сэкономить около 115 тыс. рублей.

Поэтому одним из первоочередных мероприятий по снижению расхода лемехов является организация восстановления изношенных лемехов с применением прогрессивных технологических процессов.

Такое мероприятие станет возможным, если организовать централизованное восстановление изношенных лемехов.

При этом предполагается, что МТС изношенные лемехи не восстанавливает, а сдает их на базу Сельхозснаба при получении очередной партии лемехов.

Восстановление изношенных лемехов ведется либо на одном из заводов г. Горького или области, либо в МТС.

В обоих случаях организуется участок по восстановлению лемехов, который должен иметь механическое и термическое оборудование, обеспечивающее прогрессивный технологический процесс восстановления. Лемехи для восстановления завод или МТС получает с базы Сельхозснаба.

Последняя, при достаточной производственной мощности участка по восстановлению лемехов, может получать изношенные лемехи не только из МТС области, но и из соседних областных баз Сельхозснаба. Такой порядок восстановления изношенных лемехов обеспечит не только их высокое качество, не уступающее новым лемехам, но и снизит затраты на восстановление последних.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проф. *Линтварев* — Основные вопросы использования машин в земледелии. Ж. МТС № 8, 1955.

2. Инж. *Щучкин Н. В.* — Влияние материала, его термообработки и почвенных условий на износ трущихся частей плужных корпусов. Сборник научно-исследовательских работ, вып. 2, ВИСХОМ, 1937.

3. Повышение износоустойчивости деталей тракторных плугов и вопросы экономии металла. Ж. Сельхозмашина, № 7, 1953.

4. *Рабинович И. П.* — Методы повышения износостойкости деталей сельскохозяйственных машин. Сборник „Конструирование и производство сельскохозяйственных машин“, 1954.

5. К вопросу поверхностной закалки лемехов. Ж. Сельхозмашина, № 3, 1952.

6. Автоматические линии для обработки долотообразных лемехов. Ж. Сельхозмашина, № 6, 1953.

7. Поточное производство лемехов и отвалов. Ж. Сельхозмашина, № 2, 1948.

8. *Огрызков Е. П.* — О влиянии абсолютной влажности почв на износ лемехов. Ж. Сельхозмашина, № 6, 1955.

9. *Каратыш* — Об износе рабочих органов почвообрабатывающих орудий. Ж. МТС, № 11, 1955.

10. Инж. *Ермаков* — Самозатачивающие чугунные лемехи. Ж. МТС, № 8, 1955.

11. Инж. *Гончар И. С.* — Наблюдения за работой лемехов и отвала в условиях Полесья. Сборник „Повышение износостойкости лемехов“. Машгиз, 1956.

12. Повышение износостойкости лемехов. Сборник. Машгиз, 1956.

А. М. Анисимов

ОБ УРАВНОВЕШЕННОСТИ СИЛ ИНЕРЦИИ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА РЕЖУЩЕГО АППАРАТА КОСИЛКИ К-1,4

Как известно, неуравновешенные силы инерции механизмов, достигая иногда больших значений, ведут к быстрому разрушению деталей, узлов и всей машины в целом.

По просьбе Люберецкого завода с.-х. машиностроения, работающего над созданием более прочных и надежных в работе косилок К-1,4, нами произведен расчет уравновешенности сил инерции режущего аппарата косилки К-1,4.

Режущий аппарат косилки К-1,4 имеет кривошипно-шатунный привод (рис. 1), величина сил инерции которого слагается из двух величин:

сил инерции вращающихся неуравновешенных масс,

$$J_{в} = M_1 \cdot r\omega^2$$

$$J_{в} = J_1 + J_2 = (m_{\mathrm{I}}^{\mathrm{I}} + m_{\mathrm{I}}^{\mathrm{II}})r\omega^2$$

и сил инерции возвратно-движущихся масс, для дезаксиального механизма выражающихся уравнением:

$$J_{вд} = M_2 \cdot r\omega^2\left(\cos\alpha - \frac{r}{l}\cos 2\alpha + \frac{a}{l}\sin\alpha\right),$$

где: M_1 — масса неуравновешенных вращающихся частей, приведенная к радиусу кривошипа;

$m_{\mathrm{I}}^{\mathrm{I}}$ — неуравновешенная масса эксцентрика, приведенная к радиусу кривошипа;

$m_{\mathrm{I}}^{\mathrm{II}} = m_2 + m_4$ масса деталей крепления шатуна на пальце кривошипа—(m_4) и части самого шатуна, относящейся к пальцу кривошипа—(m_2); J_1 и J_2 — силы инерции масс $m_{\mathrm{I}}^{\mathrm{I}}$ и $m_{\mathrm{I}}^{\mathrm{II}}$,

r — радиус кривошипа;

ω — угловая скорость вращения кривошипа;

M_2 — масса возвратно-движущихся частей;

α — угол поворота кривошипа;

l — длина шатуна;

a — дозаксаж (возвышение кривошипного вала над яблоком головки ножа).

Для уравновешивания механизма необходимо, чтобы силы, передаваемые деталям и раме машины, при установившемся режиме, были постоянны по величине и направлению.

С помощью противовеса, устанавливаемого на кривошипе, можно уравновесить полностью лишь силу инерции $-J_в$ и частично $-J_{вд}$ путем перенесения части ее из горизонтального в вертикальное направление.

По этой причине масса противовеса принимается такой, чтобы она полностью уравновешивала силу инерции $J_в$ и 10 — 30% сил инерции $J_{вд}$.

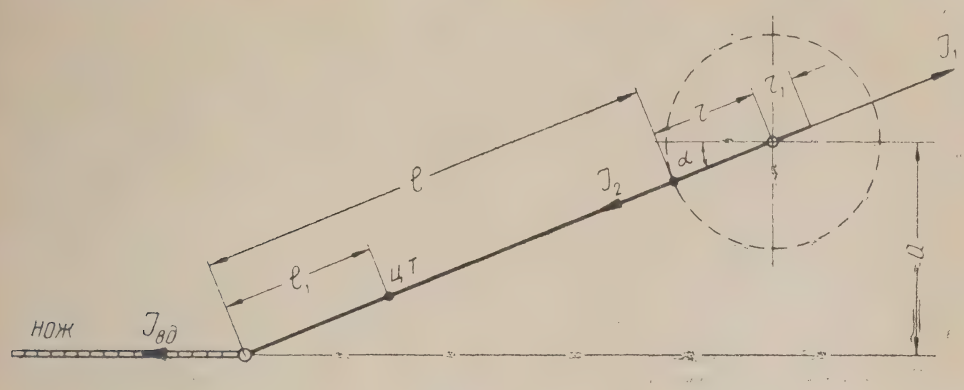


Рис. 1.

Рассмотрим, как выполняет существующий эксцентрик роль противовеса сил инерции.

Из характеристики режущего аппарата и кривошипно-шатунного механизма косилки:

$a = 272$ мм $\qquad r = 38{,}1$ мм

$l - 965$ мм $\qquad \omega = 67 \frac{1}{сек}$ при поступательной скорости косилки $v = 1{,}1$ м/сек.

$l_1 = 375$ мм

Вес эксцентрика $G_1 = 3{,}753$ кг

Вес шатуна $G_2 = 2{,}245$ кг

Вес ножа в сборе $G_3 = 3{,}385$ кг

Вес деталей крепления шатуна к пальцу кривошипа $G_4 = 1{,}126$ кг.

Путем подвешивания эксцентриков на нити установлено, что центр тяжести эксцентрика располагается на расстоянии 11 мм от оси его вращения на стороне, противоположной пальцу, т. е. $r_1 = 11$ мм.

Максимальная сила инерции возвратно-движущихся частей будет в крайнем правом положении ножа, когда

$$\sin\alpha = \frac{a}{l+r} = 0{,}271 \text{ и } \alpha = 15°44'$$

Масса неуравновешенных частей $m_1^{II} = m_2 + m_4$

$$\text{где: } m_2 = \frac{G_2}{g} \cdot \frac{l_1}{l} = \frac{2{,}245}{9{,}81} \cdot \frac{0{,}375}{0{,}965} = 0{,}0890 \ \frac{кг\ сек^2}{м}$$

$$m_4 = \frac{G_4}{g} = \frac{1{,}126}{9{,}81} = 0{,}115 \ \frac{кг\ сек^2}{м}$$

и равна $m_1^{II} = 0{,}0855 + 0{,}115 = 0{,}204 \ \frac{кг\ сек^2}{м}$

Масса эксцентрика

$$m_1 = \frac{G_1}{g} = \frac{3{,}753}{9{,}81} = 0{,}382 \ \frac{кг\ сек^2}{м}$$

При полном уравновешивании вращающихся масс сила инерции эксцентрика J_1 должна быть равна силе инерции неуравновешенных вращающихся частей J_2

$$J_1 = J_2$$

или равны их статические моменты.

$$m_1 r_1 = m_1^{II} r$$

В нашем случае

$$m_1^{II} r = 0{,}204 \cdot 0{,}0381 = 0{,}00777 \text{ кг сек}^2$$

$$\text{и} \quad m_1 r_1 = 0{,}382 \cdot 0{,}011 = 0{,}0042 \text{ кг сек}^2$$

Откуда видно, что статический момент эксцентрика меньше статического момента неуравновешенных вращающихся масс и уравновешивает лишь примерно 54% их.

$$\frac{0{,}0042 \cdot 100}{0{,}00777} \sim 54\%$$

Следовательно, силы инерции возвратно-движущихся масс, равные

$$J_{вд} = M_2 r \omega^2 \left(\cos\alpha - \frac{r}{l}\cos 2\alpha + \frac{a}{l}\sin\alpha\right),$$

где $M_2 = m_н + m_2^2$ — масса ножа и часть массы шатуна, относящейся к ножу

$$M_2 = \frac{G_3}{g} + \frac{G_2(l - l_1)}{g \cdot l} = \frac{3{,}385}{9{,}81} + \frac{2{,}245}{9{,}81}\,\frac{(0{,}965 - 0{,}375)}{0{,}965}$$

$$M_2 = 0{,}4954 \ \frac{\text{кг сек}^2}{\text{м}}.$$

$$J_{вд} = 0{,}4954 \times 0{,}0381 \left(\cos 15°44' - \frac{0{,}0381}{0{,}965}\cos 31°28' + \frac{0{,}272}{0{,}965}\sin 15°44'\right)\omega^2$$

$$J_{вд} = 0{,}019 \ \omega^2 кг \ \text{сек}^2$$

$$J_{вд} = 85{,}3 \ кг$$

остаются полностью неуравновешенными. При этом максимум неуравновешенных горизонтальных составляющих сил инерции будет:

$$J_г = J_{вд} + J_2\cos\alpha - J_1\cos\alpha.$$

$$J = 0{,}0190\omega^2 + 0{,}00777 \cdot 0{,}964 \ \omega^2 - 0{,}0042 \cdot 0{,}964 \ \omega^2$$

$$J_г = 0{,}0224 \ \omega^2 \ \text{кг сек}^2$$

$$J_г = 100{,}5 \ \text{кг}$$

или, взяв отношение, получим в процентах:

$$\frac{J_г}{J_{вд} + J_2\cos\alpha} \cdot 100 = \frac{0{,}0224\omega^2}{(0{,}0190 + 0{,}0073)\omega^2} \cdot 100 = 88\%.$$

Следовательно, в кривошипном механизме косилки К-1,4 уравновешено лишь 12% максимальных горизонтальных составляющих сил инерции.

В результате этого кривошипно-шатунный механизм косилки К-1,4 создает на подшипниках кривошипного вала большие ударные нагрузки, приводящие к преждевременному их износу.

В целях устранения неуравновешенности привода режущего аппарата косилки К-1,4, нами были испытаны три эксцентрика, вписываемые в габариты кожуха эксцентрика: заводской (1 шт.) и утяжеленные (2 шт.).

Увеличение веса и смещение центра тяжести утяжеленных эксцентриков осуществлялось путем привертывания дополнительного груза к заводскому эксцентрику со стороны противоположной пальцу, как на рисунке 2.

При этом размеры дополнительного груза — *2* (противовеса) определялись следующим образом:

если mr — необходимый статический момент,

а $m_1 r_1$ — статический момент выпускаемого заводом эксцентрика,

то дополнительный груз, привертываемый к эксцентрику (или отливаемый на заводе в одну отливку с эксцентриком), должен иметь статический момент, равный разнице необходимого статического момента и статического момента эксцентрика, т. е.

$$m_x r_x = mr - m_1 r_1.$$

Но так как дополнительный груз есть часть кругового кольца шириной h, равной ширине эксцентрика, радиус внутренней окружности r_2 равен наружному диаметру и γ — уд. вес металла дополнительного груза, тогда масса его

$$m_x = \frac{\varphi^\circ \pi}{360} (R^2 - r_2^2) \frac{h\gamma}{9{,}81} \frac{\text{кг сек}^2}{\text{м}},$$

а расстояние от центра окружности до центра тяжести

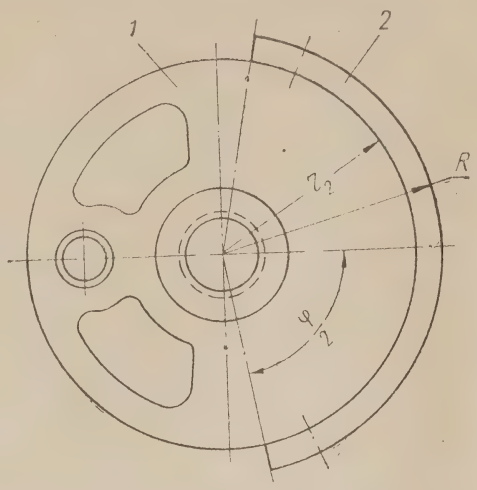


Рис. 2. *1* — эксцентрик. *2* — дополнительный груз.

$$r_x = 38{,}197 \frac{R^3 - r_2^3}{R^2 - r_2^2} \cdot 2 \frac{\sin \frac{\varphi}{2}}{\varphi^\circ}.$$

Задаваясь углом и решая равенство

$$\frac{\varphi^\circ \pi}{360} (R^2 - r_2^2) \frac{h\gamma}{9{,}81} \cdot 2 \cdot 38{,}197 \frac{R^3 - R_2^3}{R^2 - r_2^2} \cdot \frac{\sin \frac{\varphi}{2}}{\varphi^\circ} = mr - m_1 r_1$$

$$38{,}197 \frac{\pi}{180} \cdot \frac{h \cdot \gamma}{9{,}81} (R^3 - r_2^3) \sin \frac{\varphi}{2} = mr - m_1 r_1.$$

Определим R — наружный радиус кругового кольца, а следовательно и $R - r_2$ — толщину кольца.

Испытанию подвергались эксцентрики:

1. Заводской весом $G_1 = 3{,}753$ кг и $r_1 = 11$ мм
2. Утяжеленный № 1 $G_5 = 4{,}477$ кг и $r_I^I = 19$ мм
3. Утяжеленный № 2 $G_6 = 4{,}99$ кг и $r_I^{II} = 25$ мм

При постановке утяжеленного эксцентрика № 1 максимальная неуравновешенная горизонтальная составляющая сил инерции:

$$J_г^I = (0{,}0190 + 0{,}00777 \cdot 0{,}964 - \frac{4{,}477}{9{,}81} \cdot 0{,}019 \cdot 0{,}964)\omega^2$$

$$J_г^I = (0{,}0190 + 0{,}0075 - 0{,}0085)\omega^2 = 0{,}0180\ \omega^2 \text{ кг сек}^2.$$

или в%

$$\frac{0{,}0180}{0{,}0180 + 0{,}0075} \cdot 100 = 68\%.$$

Итак, при постановке эксцентрика № 1 не только уравновешивается полностью неуравновешенная вращающаяся масса, так как

$J_1 > J_2$ (0,0085 $\omega^2 > 0{,}0077\ \omega^2$), но и уравновешивается при этом 32% максимальной горизонтальной составляющей сил инерции.

При постановке утяжеленного эксцентрика № 2 максимальная неуравновешенная горизонтальная составляющая сил инерции

$$J_г^{II} = (0{,}0190 + 0{,}0075 - \frac{4{,}99}{9{,}81} \cdot 0{,}025 \cdot 0{,}964)\omega^2$$

$$J_г^{II} = 0{,}0136\ \omega^2 кг\ сек^2$$

$$\text{или в процентах: } \frac{0{,}0136}{0{,}0190 + 0{,}0075} 100 \approx 53\%.$$

Следовательно, эксцентрик № 2 с массой большей эксцентрика № 1 является избыточным в смысле уравновешивания сил инерции $J_в$ и $J_{вд}$, так как уравновешивает 47% максимальных горизонтальных сил.

С целью сравнения указанных эксцентриков по действию на кривошипный валик косилки, а следовательно и на подшипники, они проверялись нами в лаборатории кафедры механизации и электрификации института. Для испытаний была взята косилка К-1,4, отработавшая два сезона в учебном хозяйстве института, удовлетворительного технического состояния (рисунок 3).

Косилка К-1,4 устанавливалась на цементный пол лаборатории посредством двух подставок *(1)* под чулок оси. Подставки деревянные, сечением 100 × 250, опирались на деревянные подушки из досок. Дышло косилки подвешивалось с высотой расположения конца дышла на 90 см от плоскости опоры колес. На раму возле места крепления сиденья располагали груз в 80 кг, заменяющий вес косца. Плоскость

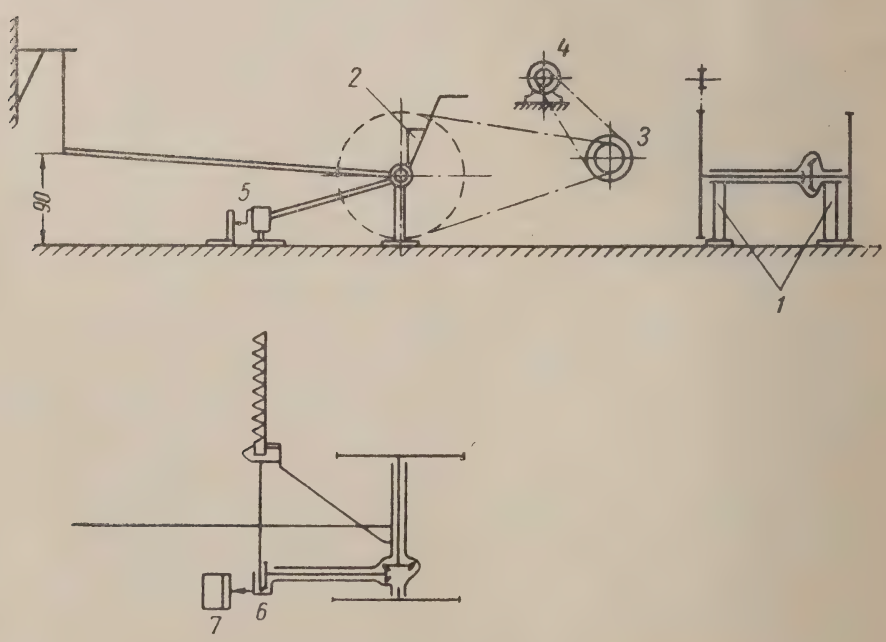


Рис. 3. Описание установки:
1 — подставка, *2* — груз, *3* — редуктор, *4* — электродвигатель, *5* — записывающий прибор, *6* — кожух эксцентрика, *7* — щит деревянный.

опоры режущего аппарата соответствовала горизонтальной плоскости нижних ободов колес. Привод в работу косилки осуществлялся двойной ременной передачей через редуктор (*3*) от электромотора (*4*), мощностью 2,8 кв. Диаметры шкивов были подобраны так, что число, оборотов ходового колеса косилки равнялось 24,6 об/мин., соответствующее скорости движения косилки, равной 1,1 м/сек. Записывающий прибор (*5*) крепился к верхнему болту кожуха эксцентрика (*6*). Запись производилась на бумаге, наколотой на деревянный щит (*7*), расположенный в вертикальной плоскости перпендикулярно кривошипному валику.

Эксцентрики поочередно ставились на косилку и при окружной скорости колеса косилки $v=1,1$ м/сек, работавшей вхолостую, записывалась вибрация кожуха эксцентрика на щите (*7*). На рисунке 4 приведены записи колебаний кожуха эксцентрика в вертикальной

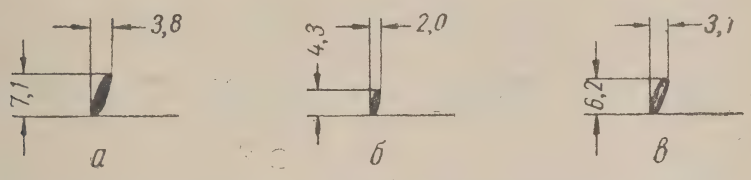


Рис. 4. Колебания кожуха эксцентрика в вертикальной плоскости. *а*—стандартный заводской эксцентрик, *б*—эксцентрик № 1, *в*—эксцентрик № 2.

плоскости, расположенной перпендикулярно оси вращения кулачкового вала. Рисунок 4, *а* — для стандартного заводского эксцентрика, *б* — с эксцентриком № 1 и *в* — с эксцентриком № 2, где размеры: 7,1; 4,3 и 6,2 мм есть колебания в вертикальной плоскости, размеры 3,8; 2,0 и 3, 1 мм—колебания кожуха в горизонтальной плоскости.

Из полученных данных видно, что при эксцентрике № 1 амплитуда колебаний кожуха эксцентрика наименьшая. При этом она меньше, чем при стандартном, примерно на 40%. Следовательно, и сила давления на подшипник кривошипного вала, изменяющаяся 640 раз в минуту, также будет меньше. Амплитуда колебаний с эксцентриком № 2 показывает, что в этом случае противовес велик, ибо хотя он и уменьшает саму амплитуду колебаний относительно стандартного эксцентрика, но всю раму ведет за собой, описывая замкнутую кривую.

В заключение можно сделать вывод, что стандартный эксцентрик привода режущего аппарата косилки К-1,4 снижает эксплуатационные показатели косилки. По причине больших вибраций, ударных сил и удельных давлений преждевременно изнашивается подшипник кривошипного вала, а также происходит более ускоренный износ других деталей и узлов косилки. Это говорит о желательности замены выпускаемого заводом стандартного эксцентрика новым эксцентриком со статическим моментом, близким эксцентрику № 1 с целью наиболее полного уравновешивания сил инерции режущего аппарата и, следовательно, лучшей эксплуатационной надежности косилки.

Завод просил также произвести расчет уравновешенности сил инерции кривошипно-шатунного механизма косилки с экспериментальным металлическим шатуном. Металлический шатун по весу равен деревянному, а его центр тяжести смещен относительно центра тяжести деревянного шатуна ~ на 35 мм к головке ножа. Указанное смещение центра тяжести на изменение уравновешенности практически не скажется, так как этим он перераспределяет свою массу лишь на 1,5—2,5%.

М. А. Каримов,
кандидат технических наук

К ТЕОРИИ ВЫХЛОПА АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Изучение процесса выхлопа автотракторных двигателей имеет огромное теоретическое и практическое значение. Тем не менее, этому вопросу до сего времени уделяется мало внимания. Существующую в настоящее время теорию выхлопа двигателей внутреннего сгорания нельзя считать пригодной для изучения процесса выхлопа автотракторного многоцилиндрового двигателя, осуществляемого в коллектор.

Выхлоп автотракторного двигателя представляет собой сложный процесс истечения газа из сосуда ограниченной емкости и переменного объема через отверстие переменного сечения в среду, где давление подвергается периодическим изменениям вследствие работы соседних цилиндров. При этом время истечения газа зависит исключительно от режима работы двигателя. Располагаемое время истечения, т. е. выхлопа, при некотором режиме работы двигателя может оказаться недостаточным. В этом случае будет наблюдаться плохая очистка цилиндра от выхлопных газов, так как выхлопной клапан закроется раньше, чем цилиндр полностью очистится. При некотором другом режиме, наоборот, располагаемое время истечения может быть избыточным; в этом случае при наличии больших гидравлических сопротивлений и выхлопной системе может произойти заполнение цилиндра выхлопными газами из коллектора.

Все указанные условия чрезвычайно усложняют теоретическое изучение процесса выхлопа и в литературе по этому вопросу пока нет материала, относящегося к исследованию выхлопа автотракторного двигателя. Гигантский размах в развитии отечественной автотракторной промышленности ставит перед наукой задачу разрешать все вопросы, выдвигаемые производством и, в частности, дать теорию такого важного в работе двигателя процесса, как выхлоп. Отсутствие такой теории приводит к формальному применению существующей теории выхлопа и продувки 2-тактных двигателей внутреннего сгорания, к расчету выхлопа автотракторного двигателя. Поэтому расчет не может дать желательных результатов. Неслучайно поэтому некоторое недоверие к расчету процессов двигателей, существующее в отдельных конструкторских отделах наших автомобильных заводов.

Целью настоящей работы является анализ существующей теории выхлопа двигателей внутреннего сгорания и выяснение пригодности этой теории в применении к автотракторному двигателю.

АНАЛИЗ ИСХОДНОЙ ФОРМУЛЫ ВЫХЛОПА

Теория выхлопа двигателей внутреннего сгорания основана на известной из термодинамики формуле истечения газов $G = f\psi\sqrt{\frac{P}{V}}$. Поэтому необходимо выяснить, ответом какой физической задачи является эта формула и в какой мере постановка этой физической задачи удовлетворяет условиям выхлопа автомобильного двигателя. Постановка задачи для получения этой формулы сводится к следующему условию: газ с параметрами $P_1V_1T_1$ заключен в сосуд конечного объема, сообщающийся с другим сосудом, содержащим тот же газ, но с параметрами $P_2V_2T_2$ и имеющий такой объем, что при перетекании газа из первого сосуда давление во втором сосуде не изменяется. Сосуды соединены с помощью трубопровода постоянного сечения. Вся эта система теплоизолирована от внешней среды. В начальный момент давление в первом сосуде больше давления во втором и вследствие истечения понижается до давления во втором сосуде. Задача может быть решена следующим образом.

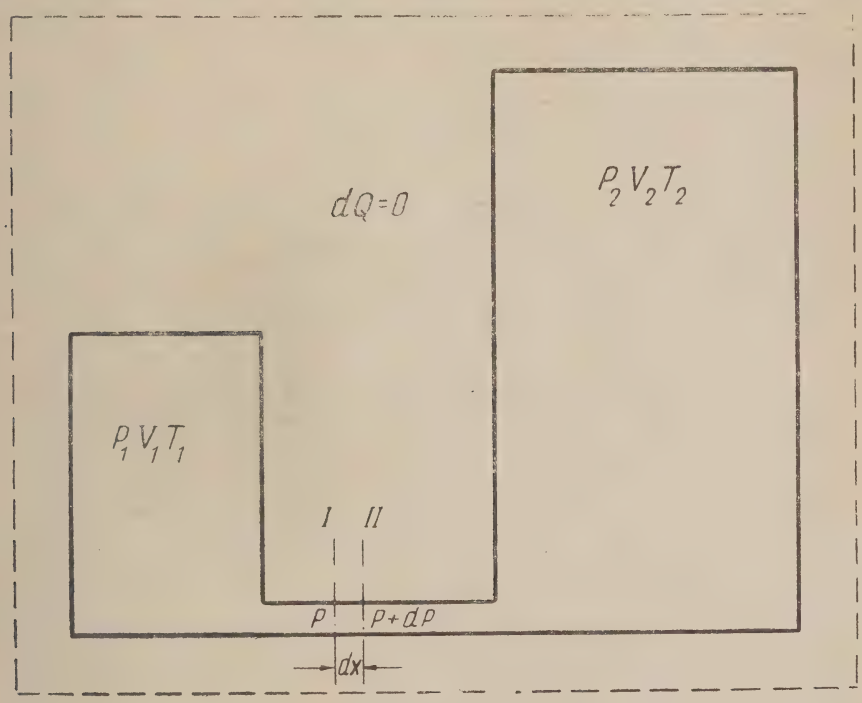


Рис. 1.

Выделим элементарный объем газа между сечениями I и II, взятыми в трубопроводе на расстоянии dx друг от друга. Если давление со стороны сосуда на выделенный объем газа P, то на расстоянии dx давление будет отличаться на dp. Обозначим сечение трубопровода через f. Тогда на выделенный объем будет действовать результирующая сила: $F = fp - f(p + dp) = -fdp$.

Напишем уравнение движения для выделенного объема газа

$$-fdp = ma$$

или

$$-fdp = f\rho\frac{dW}{dt}$$

$$-dp = \rho \frac{dx}{dt} dW,$$

где ρ — плотность газа

$$-dp = \rho W dW$$

W — скорость

так как $\rho = \frac{1}{Vg}$

$$-Vdp = \frac{W}{g} qW. \tag{1}$$

Так так $Q =$ пост., то процесс истечения подчиняется

$$pV^{к} = C,$$

или в дифференциальном виде

$$Vdp + kpdV = 0. \tag{2}$$

Кроме того, уравнение адиобатического процесса можно представить в виде:

$$pV(V^{к-1}) = \text{пост.} = C.$$

Продифференцируем и получим:

$$pdV = -\frac{1}{k-1} d(pV). \tag{3}$$

Из выражений (2) и (3) получим

$$-Vdp = \frac{k}{k-1} d(pV). \tag{4}$$

Подставляем (4) в (1)

$$\frac{k}{k-1} d(pV) = \frac{W}{g} dW.$$

Интегрирование приводит к выражению:

$$\frac{W^2}{2g} = \frac{k}{k-1}(p_1V_1 - p_2V_2),$$

откуда

$$W = \sqrt{2g\frac{k}{k-1}p_1V_1\left(1 - \frac{p_2V_2}{p_1V_1}\right)},$$

так как

$$p_1V_1^{к} = p_2V_2^{к}$$

$$W = \sqrt{2g\frac{k}{k-1}p_1V_1\left[1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1-k}{k}}\right]}. \tag{5}$$

Если допустить, что удельный объем газа в сечении отверстия такой же, как и во втором сосуде, то можно получить выражение для веса вытекающего газа:

$$G = \frac{f \cdot W}{v_2};$$

имея в виду, что

$$V_2 = V_1\left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{k}},$$

получим

$$G = \frac{fW}{v_1}\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{k}}.$$

Подставив вместо скорости ее значение (5), придем к выражению:

$$G = f\sqrt{2g\frac{k}{k-1}\frac{p_1}{V_1}\left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]}. \tag{6}$$

Это выражение получено в предположении, что удельный объем в сечении отверстия не отличается от удельного объема газа во втором сосуде. Этого на самом деле допускать нельзя, так как удельный объем в коллекторе автомобильного двигателя все время меняется. Таким образом, мы получили исходную формулу теории выхлопа. Как видно из вывода и условия задачи, формула плохо апроксимирует действительный процесс. Все допущения, сделанные в условии разобранной задачи, на самом деле не имеют места. Согласно уравнению (6), максимальный расход газа через сечение отверстия будет при условии:

$$\left(\frac{p_2}{p_1}\right)_{\text{кр}} = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$$

$$G_{max} = f\sqrt{2g\,\frac{k}{k+1}\left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}\frac{p_1}{v_1}}.$$

Обозначим

$$\psi = \sqrt{2g\,\frac{k}{k-1}\left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]},$$

тогда

$$G = f\psi\sqrt{\frac{p_1}{v_1}}. \tag{7}$$

Переход от идеальной задачи к реальному двигателю производится введением коэффициента истечения μ. При этом условии элементарный расход за время dt выразится:

$$dG = f\mu\psi\sqrt{\frac{p_1}{v_1}}\,dt\,. \tag{8}$$

Если введением коэффициента μ мы хотим воспользоваться уравнением (6) в качестве исходного уравнения теории выхлопа, то мы должны дать себе отчет в том, что эта величина не может быть постоянной. Более того, она должна компенсировать все допущения, сделанные при выводе выражения (6). Но, как будет указано, при получении расчетных формул выхлопа коэффициент истечения μ принимается постоянным, причем авторы формул даже не затрудняют себя анализом факторов, влияющих на этот коэффициент. Поэтому введение этой величины совершенно формально, так как физическая сущность задачи от введения коэффициента μ не меняется.

Необходимо указать, что в литературе имеется достаточное количество данных по опытному определению значения μ. Но без анализа факторов, при которых эта величина измерялась, трудно применять эти значения при расчете выхлопа двигателей. Сам факт определения численного значения коэффициента истечения нельзя считать разумным, так как эта величина сама по себе многозначна и зависит от условий, при которых она определяется.

Таким образом, выражение (8) представляет собой дифференциальное уравнение выхлопа двигателей внутреннего сгорания. Нетрудно видеть из предыдущего, что это выражение не может охватить действительный процесс выхлопа, ибо оно получено из рассмотрения идеальной задачи, не имеющей ничего общего с выхлопом автотракторного двигателя. С таким же успехом можно было рассмотреть другую идеальную задачу и результат применить к расчету выхлопа. Поэтому нет никаких оснований считать уравнение (6) исходным в теории выхлопа автотракторных двигателей.

Поскольку нам необходимо оценить расчетные формулы и сопоставить расчет выхлопа по этим формулам с действительным выхлопом по индикаторным диаграммам, полученным с работающего двигателя, то мы должны разобрать получение хотя бы одной формулы, рекомендуемой для расчета.

Различные авторы дают свои расчетные формулы, причем основное различие между этими формулами вытекает из различных методов решения дифференциального уравнения (8).

Выражение (8) представляет собой элементарный расход выхлопного газа через клапан двигателя. Этот расход, очевидно, должен обеспечиваться работой выхлопного клапана. Тогда этот же элементарный расход можно выразить как разность весов газа в цилиндре до начала выхлопа и через некоторое время dt.

$$G = G_1 - G_2.$$

Так как

$$G = \frac{V}{v}, \qquad \text{то}$$

$$G = \frac{V_1}{V_1} - \frac{V_2}{V_2}.$$

При выводе пренебрегают изменением объема,

т. е.

$$V_2 = V_1 = V, \tag{9}$$

тогда

$$G = V\left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2}\right). \tag{10}$$

Необходимо указать, что за период открытия выхлопного клапана объем цилиндра изменяется. Поэтому допущение (9) в значительной степени искажает действительный процесс выхлопа. Далее делается допущение, что процесс выхлопа протекает без теплообмена,

т. е.

$$p_1 V_1^{\kappa} = p_2 V_2^{\kappa}, \tag{11}$$

причем это допущение не имеет ничего общего с автотракторным двигателем, где применяется водяное охлаждение цилиндров.

Принимая во внимание (9 и 11), получаем:

$$G = V\left[\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_1}\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{k}}\right],$$

или

$$dG = -\frac{V}{V_1}\cdot\frac{1}{k}\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1-k}{k}} d\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \tag{12}$$

Объединяя выражения (8 и 12), приходим к дифференциальному уравнению:

$$f\mu\psi\sqrt{\frac{p_1}{v_1}}\,dt = -\frac{V}{V_1 k}\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1-k}{k}} d\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \tag{13}$$

Сделав еще некоторые преобразования, получим окончательное дифференциальное уравнение выхлопа, которое можно найти в „технической термодинамике“:

$$\frac{f\,dt}{V} = -\frac{1}{k\mu\psi\sqrt{p_0 v_0}}\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{2k}-\frac{3}{2}} d\left(\frac{p}{p_0}\right) - \frac{1}{\mu\psi\sqrt{p_0 v_0}}\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{2k}-\frac{1}{k}}\frac{dV}{V}. \tag{14}$$

Таким образом, дифференциальное уравнение (14) получено из уравнения (6) целым рядом математических преобразований, причем ради строгости математического вывода принят ряд допущений, еще

больше усугубляющих различие между рассмотренной задачей и действительным процессом выхлопа. Решение дифференциального уравнения (14) представляет собой чисто математическую задачу. Увлечение этой задачей, по-видимому, и является причиной того факта, что до сего времени нет достаточно точной теории выхлопа автомобильных двигателей. Имеющиеся работы посвящены именно интегрированию этого уравнения. Наиболее фундаментальным в этом направлении является труд кандидата технических наук Балтера (л. 1), в котором обобщены имевшиеся ранее работы и даны расчетные формулы выхлопа, выведенные автором. Ввиду того, что все работы по выхлопу отличаются только методом интегрирования уравнения (19) и базируются на той же исходной формуле, то нет надобности разбирать каждую из них. Поэтому можно ограничиться рассмотрением работы Балтера и сопоставить его расчетные формулы с опытными данными.

Кандидат технических наук Балтер исходит из уравнения (14), причем считает, что показатель адиабаты равен показателю политропы, т. е. $k = m$,

тогда уравнение (14) перепишется так:

$$\frac{fdt}{V} = -\frac{1}{m\mu\varphi\sqrt{p_0V_0}}\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{2m}-\frac{3}{2}} d\left(\frac{p}{p_0}\right) - \frac{1}{\mu\varphi\sqrt{p_0V_0}}\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{2m}-\frac{1}{2}}\frac{dV}{V} \qquad (15)$$

В этом уравнении приняты следующие обозначения:

p — переменное за процесс выхлопа давление в цилиндре,

p_0 — начальное давление в цилиндре,

v_0 — начальный удельный объем,

m — показатель политропы истечения.

$$\psi = \sqrt{2g\frac{k}{k-1}\left[\left(\frac{p_a}{p}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_a}{p}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]} \text{ при } \frac{p}{p_a} < \left(\frac{k+1}{2}\right)^{\frac{k}{k-1}}$$

$$\psi = \psi_{max}\text{-пост. когда } \frac{p}{p_a} \geqslant \left(\frac{k+1}{2}\right)^{\frac{k}{k-1}}$$

K — показатель адиабаты,

p_a — давление среды, в которую происходит истечение, принимается постоянным.

В случае выхлопа непосредственно в атмосферу, это будет вполне справедливо, но совершенно недопустимо в случае выхлопа в коллектор, где, как указано, происходит колебание давления от работы других цилиндров.

g — ускорение земного притяжения,

V — переменный объем цилиндра,

f — переменная площадь сечения клапана,

μ — коэффициент истечения клапана, принимается постоянным,

t — время истечения.

Автор ставит перед собой задачу найти метод решения уравнения (15). Он решает поставленную задачу блестяще. Более того, он дает тщательный анализ интегрируемости этого уравнения и определяет условия интегрируемости. Все допущения, принятые автором, обоснованы, хотя эти обоснования и не затрагивают физическую сторону вопроса, а сводятся к оценке точности математического результата в зависимости от принятых допущений.

В выражении (15) величина ψ при $\frac{p}{p_a} \geqslant \left(\frac{k+1}{2}\right)^{\frac{k}{k-1}}$ принимается постоянной. Это является следствием рассмотренной нами идеальной

задачи, когда в отверстии устанавливается так называемое критическое давление, не зависящее от перепада давлений, под которым газ истекает. В этом случае газ истекает под перепадом давлений в цилиндре и в отверстии. Не говоря пока о возможности такого явления в автотракторном двигателе, остановимся на результате такого допущения. Обстоятельство, что при некоторых условиях ψ=пост., используется для упрощения интегрирования дифференциального уравнения (15). Этим обстоятельством пользуются все авторы работ по исследованию выхлопа, в том числе и Балтер. Поэтому расчетные формулы выхлопа получаются для двух фаз выхлопа: надкритического при ψ = пост. и подкритического, когда давление в цилиндре упадет настолько, что в отверстии давление будет зависеть от давления среды, в которую газ истекает.

Газ, очевидно, будет истекать до тех пор, пока давление в цилиндре не сравняется с давлением среды, в которую он истекает. Но мы видим из постановки задачи о выхлопе автотракторного двигателя, что давление в коллекторе колеблется. Таким образом, если в первой фазе, т. е. при подкритическом выхлопе, газ истекает вне зависимости от колебаний давления в коллекторе, то во второй фазе мы этого допустить уже не можем. Но поскольку мы анализируем расчет выхлопа, то мы должны воспользоваться имеющимися в работе Балтера формулами. Здесь нет необходимости приводить всех рассуждений автора, поскольку эти рассуждения с физической точки зрения представляют мало интереса, а выпишем окончательные расчетные формулы и воспользуемся ими для расчета выхлопа конкретного двигателя ГАЗ-51. Данные расчета можно сопоставить с индикаторными диаграммами, снятыми с этого двигателя, так как они изображают действительный процесс. Как указывалось выше, выхлоп разбивается на две фазы. Для каждой из этих фаз имеем соответственно формулы:

а) Надкритический выхлоп

$$\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{2m}-\frac{1}{2}} = V^{\frac{k-1}{2}}\left(V_{\text{в}}^{\frac{k-1}{2}} + \frac{k-1}{12An}\,\psi_{max}\int\limits_{\varphi b}^{\varphi}\frac{\mu f d\varphi}{V^{\frac{k+1}{2}}}\right). \tag{16}$$

Здесь приняты обозначения:

$V_в$ — начальный объем цилиндра,

V — переменный объем цилиндра,

n — число оборотов двигателя.

$$A = \frac{1}{\sqrt{p_в v_в}} = \frac{1}{\sqrt{RT_в}}$$

φ — угол поворота коленчатого вала,

$\varphi_в$ — угол поворота коленчатого вала в момент открытия выхлопного клапана.

б) Подкритический выхлоп:

$$X^{\tau-1} = \frac{\Phi}{1 - \frac{(\tau-1)(k-1)}{12n}\,\frac{a\sigma}{A}\int\limits_{F_{\text{кр}}}^{F}\Phi dF}. \tag{17}$$

В этой формуле введены следующие обозначения:

$$X = \left(\frac{p_в}{p}\right)^{\frac{k-1}{k}}$$

$$X' = \left(\frac{p_{\text{кр}}}{p}\right)^{\frac{k-1}{2k}}$$

$$X = \left[\left(\frac{p_в}{p_{кр}}\right)\left(\frac{p_{кр}}{p}\right)\right]^{\frac{k-1}{2k}} = X_{кр}\, X'$$

τ, σ и ρ — вычисляются по графику № 2

$$a = \sqrt{2g\frac{k}{k-1}}\left(\frac{p_a}{p_0}\right)^{\frac{1}{k}}$$

$$\Phi = l^{\frac{(\tau-1)(k-1)}{2}\left[\ln\frac{v}{v_{кр}} + \frac{a\rho}{6An}(F - F_{кр})\right]}.$$

Применяя эти расчетные формулы к конкретному двигателю ГАЗ-51, мы должны принять следующие данные:

$P_в = 4{,}6$ атм. (Измерено по индикаторной диаграмме)

$P_а = 1$ атм. (Выхлоп в атмосферу)

$n = 2000$ об/м

$K = m = 1{,}3$

$\mu = 0{,}78$ (рекомендуется автором расчетных формул)

$V = 0{,}68$ л. $= 0{,}68 \cdot 10^3 M^3$

$\varphi_в = 133°$. $\psi_{max} = 2{,}08 \cdot A = 0{,}0053$.

Учитывая это, получим расчетные формулы в удобном для расчета виде:

для надкритического выхлопа

$$\left(\frac{p}{p_0}\right)^{-0{,}115} = V^{0{,}15}\left(1{,}08 + 0{,}00386\int_{\varphi_в}^{\varphi}\frac{f d\varphi}{V^{1{,}15}}\right), \qquad (16а)$$

для подкритического выхлопа $T_в$ подсчитывалось по формуле

$$T_в = \frac{T_г \cdot k}{\left[1 + (k-1)\left(\frac{p_a}{p_в}\right)\right]}$$

$T_г$ — температура выхлопных газов за клапаном измерялась термопарой.

$T_г - 993°$ К,

тогда $T_e = 1200°$ К

$X_{кр} = 1{,}09$, $P_{кр} = 1{,}89$ ата

$T_{кр} = 982°$ К $A = 0{,}00595$

$u = 7{,}24$

$\tau = 57{,}4$

$\rho = 0{,}369$

$\sigma = 0{,}00704$

Расчетная формула подкритического выхлопа:

$$X = \frac{\Phi}{1 + 0{,}0047\int_{F_{кр}}^{F} F dF}, \qquad (17а)$$

где

$$\Phi = e^{8{,}46\left[\ln\frac{v}{v_{кр}} + 0{,}0288(F - F_{кр})\right]}$$

$$F = \mu\int_{\varphi_{кр}}^{\varphi}\frac{f d\varphi}{v}$$

$$a = \sqrt{2g\frac{k}{k-1}}\left(\frac{p_a}{p_{кр}}\right)^{\frac{1}{k}} = 5{,}6$$

Для расчета строится график (рис. 2). Интегрирование производилось графически — планиметром.

$$\int_{F_{кр}}^{F} \Phi dF = \frac{\Phi_i - \Phi_{i-1}}{2} (F_i - F_{i-1}) + \int_{F_{кр}}^{F} \Phi dF$$

Так как

$$X = \left(\frac{p}{p_в}\right)^{\frac{1}{2k} - \frac{1}{2}} = \left(\frac{p}{p_в}\right)^{\frac{0,3}{2,6}},$$

то

$$P = \frac{p_в}{X^{8,7}}.$$

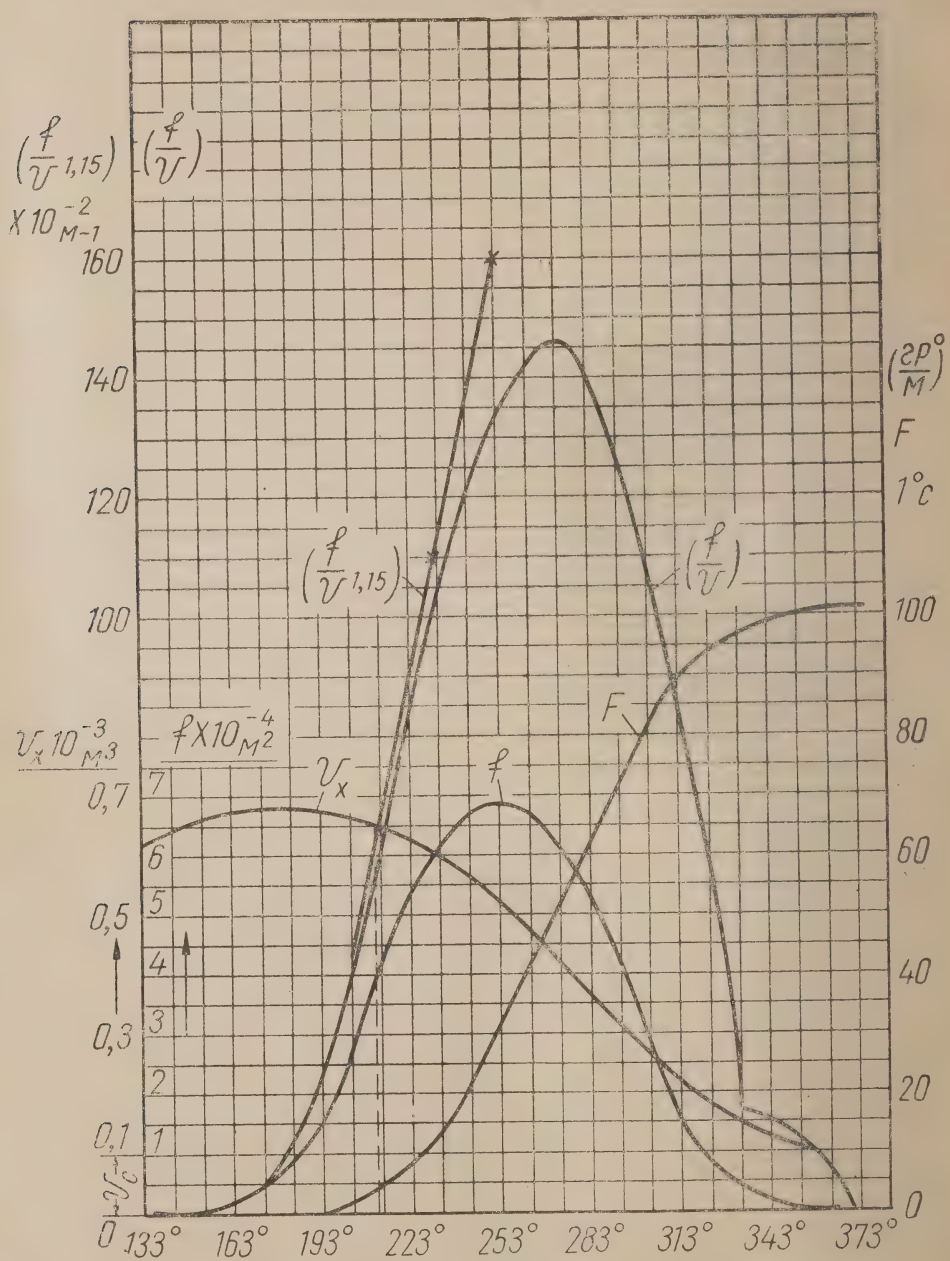


Рис. 2.

По расчетным данным для давления в цилиндре строим график (рис. 3).

Для удобства сравнения на том же графике пунктиром нанесена кривая действительного изменения давления в цилиндре, снятая индикатором с работающего двигателя ГАЗ-51 при полной нагрузке и 2000 об/м.

Чтобы приблизить условия выхлопа рассматриваемого цилиндра к условиям расчета, выхлоп данного цилиндра производился не-

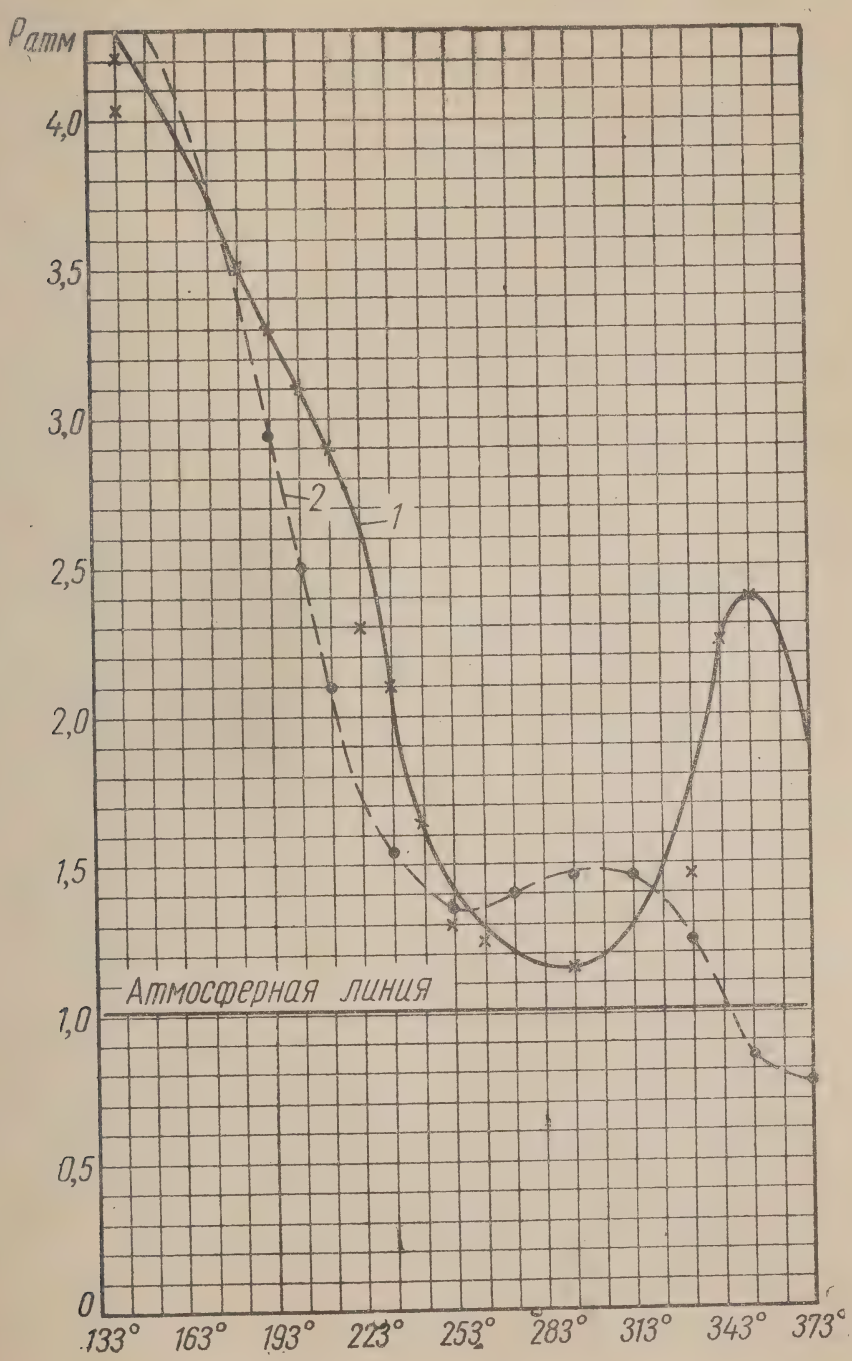


Рис. 3.

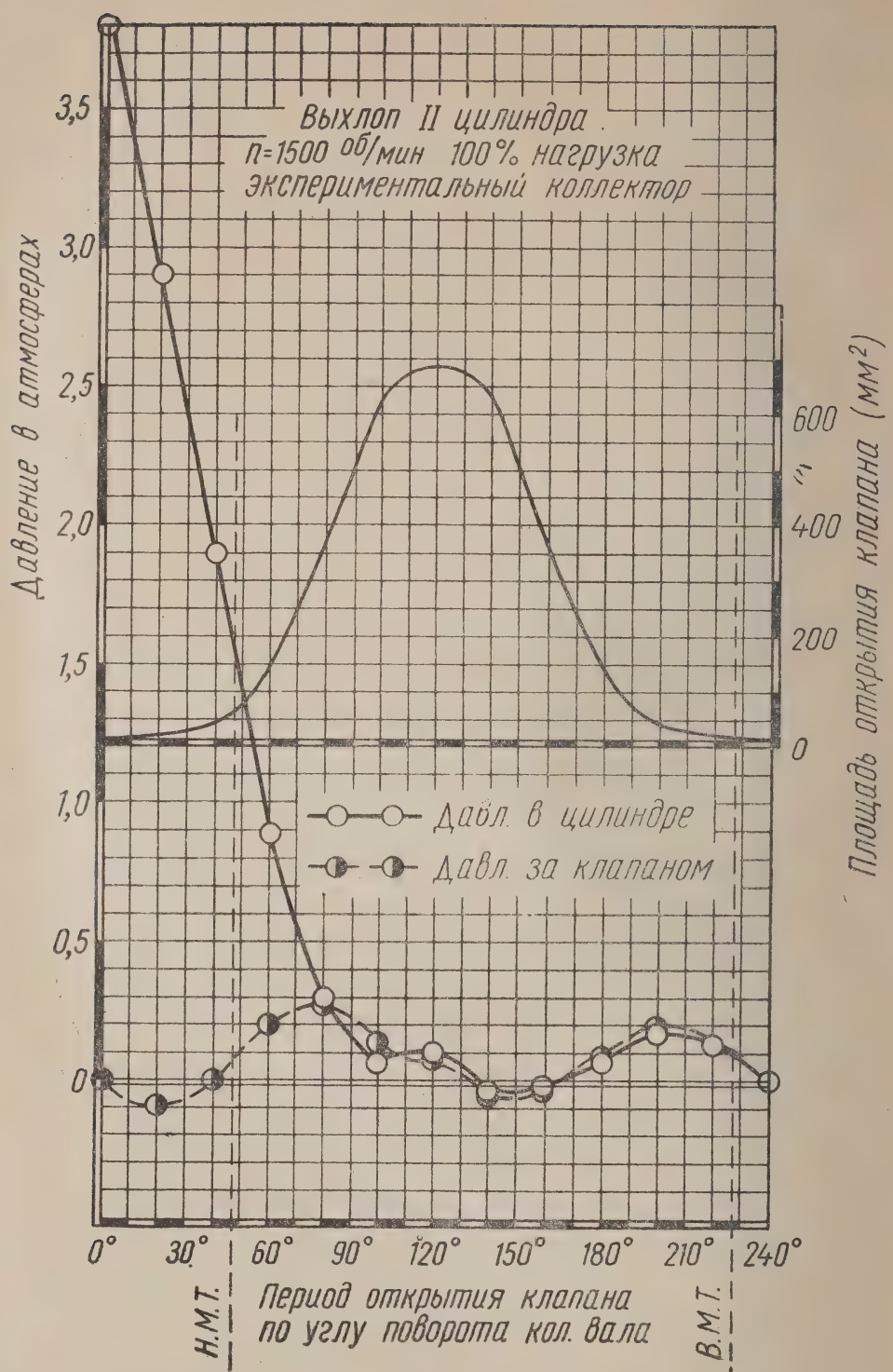

Выхлоп II цилиндра
n=1500 об/мин 100% нагрузка
экспериментальный коллектор
Давление в атмосферах
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0
Площадь открытия клапана (мм²)
600
400
200
0
Давл. в цилиндре
Давл. за клапаном
0°
30°
60°
90°
120°
150°
180°
210°
240°
Н.М.Т.
В.М.Т.
Период открытия клапана
по углу поворота кол. вала

Рис. 4.

посредственно в атмосферу через отдельную трубу (чтобы исключить влияние коллектора, не учитываемого расчетным методом Балтера).

Из рассмотрения графика (рис. 3) видно, что расчетная кривая в надкритической части выхлопа достаточно близка к действительной кривой. При этом скорость падения давления в цилиндре, согласно расчетной кривой, все время меняется. Экспериментальная же кривая указывает, что скорость падения давления в этой части выхлопа остается почти постоянной. Обе кривые имеют общие точки при углах 173°, 258° и 318°, хотя характер изменения их в подкритической части выхлопа резко отличается. Согласно расчетной кривой, давление падает до 1,15 ат., затем поднимается до 2,4 ат., а к моменту закрытия выхлопного клапана оказывается равным 1,6 ат. Повышение давления в цилиндре, согласно этой кривой, можно объяснить тем, что в теории не учитывается влияние инерции газов, которые продолжают вытекать из цилиндра за счет приобретенной кинетической энергии, несмотря на уменьшение сечения клапана и объема цилиндра. На самом деле, давление в цилиндре сначала быстро понижается, причем, достигнув некоторого максимума (в нашем случае 1,34 ат.), снова несколько повышается. Вследствие уменьшения сечения клапана и объема цилиндра, создается некоторый подпор, и перепад давления в цилиндре относительно давления за клапаном возрастает. В результате этого газы, уже имеющие кинетическую энергию, продолжают вытекать за счет дополнительного перепада давлений и за счет отсасывающего действия колебаний давления в выхлопной системе. Поэтому на индикаторной диаграмме к моменту закрытия выхлопного клапана давление получается ниже атмосферного.

На рис. 4 приведена диаграмма изменения давления за клапаном в период открытия выхлопного клапана. Следует указать, что давление за клапаном, согласно диаграмме, в момент закрытия выхлопного клапана несколько превышает атмосферное. Это обстоятельство можно объяснить тем, что изменение давления за клапаном несколько запаздывает за изменением давления в цилиндре. Можно предположить, что в момент закрытия клапана и несколько ранее давление за клапаном ниже атмосферного. На диаграмме для наглядности приведен закон открытия выхлопного клапана и изменение давления в цилиндре.

Таким образом, из рассмотренных результатов расчета и анализа получения расчетных формул выхлопа следует, что практически существующая теория выхлопа не характеризует выхлоп автотракторных двигателей. Сама по себе задача создания теории выхлопа автотракторных 4-тактных двигателей очень необходима. Для выполнения этой задачи требуется обширная экспериментальная работа с различными типами автотракторных двигателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Балтер А. Е.*— Выхлоп в двигателях внутреннего сгорания. Сборник „Рабочие процессы двигателей внутреннего сгорания и их агрегатов". Машгиз, 1946.
2. *Капиш Г. Г.* и *Алексеев.* Приложения к русскому изданию книги Гюлднера. 1928
3. *Орлин А. С.* Расчет сечений органов распределения двухтактных двигателей.
4. *Каримов М. А.* Диссертация „Исследование процесса выхлопа двигателя ГАЗ-51".

М. А. Каримов,
кандидат технических наук

ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ДАВЛЕНИЙ МАЛОЙ АМПЛИТУДЫ

Процессы с переменным протеканием давления в технике встречаются довольно часто. В настоящее время измерение переменных давлений не является проблемой [1]. Однако в некоторых случаях, например, при изучении протекания процесса наполнения и выпуска у быстроходных автотракторных двигателей внутреннего сгорания, возникают затруднения, сущность которых излагается ниже.

Измерение переменных давлений обычно осуществляется с помощью индикаторов, дающих возможность снять так называемые индикаторные диаграммы изменения давления в цилиндре двигателя в зависимости: от угла поворота коленчатого вала двигателя, хода поршня или времени. Одновременно со снятием диаграмм определяются масштабы давлений с помощью специальных тарировочных установок.

Снятие индикаторных диаграмм с помощью механических индикаторов может быть эффективным только при изучении процессов у тихоходных двигателей, так как такие индикаторы обладают большой инерцией. Они искажают процесс при индицировании переменных давлений большой частоты.

В этом отношении пьезоэлектрический индикатор с катодным осциллографом имеет большое преимущество и позволяет получить точную картину изменения давления в цилиндрах быстроходных автотракторных двигателей.

Пьезоэлектрические индикаторы обычно применяются для измерения амплитудных значений и изучения характера колебаний давления или для гармонического анализа этих колебаний. Получение абсолютных мгновенных значений давления с помощью таких индикаторов не представляется возможным. Это является существенным недостатком при количественном изучении процессов с переменным протеканием давления, особенно процессов со знакопеременным давлением малой амплитуды.

Указанный недостаток объясняется быстрой утечкой зарядов с граней кварцевых пластинок датчика и на входе в усилитель. При этом скорость утечки зарядов, возникающих от воспринимаемого кварцевой пластинкой давления, зависит от емкости конденсатора в цепи измерительной лампы усилителя по обратно пропорциональной зависимости.

У пьезоэлектрического индикатора типа „Цейс-Икон“ этот конденсатор выполнен в виде набора образцовых конденсаторов различной емкости. При этом чем меньше емкость установленного в схеме конденсатора, тем больше масштаб снимаемой индикаторной диаграммы. Во время снятия индикаторных диаграмм линии наполнения или выпуска автотракторных двигателей необходимо пользоваться наибольшим масштабом. В этом случае утечка зарядов очень интенсивна. Поэтому для получения надежных результатов необходимо, чтобы период изучаемого процесса был значительно меньше постоянного времени индикатора, определяемого выражением:

$$\tau = C \cdot R \text{ сек.},$$

где τ — постоянная времени индикатора;

C — емкость конденсатора в цепи измерительной лампы в фарадах;

R — сопротивление утечки зарядов до входа в усилитель в омах.

Сопротивление утечки в условиях опыта зависит от влажности окружающего воздуха. При нормальной влажности оно составляет около 10^9ом. При снятии диаграмм в большом масштабе следует пользоваться конденсатором емкостью в 2.10^{-10}фарад. В этом случае постоянная времени не превышает 0,2 сек. Это время соответствует рабочему процессу 4-тактного двигателя при 600 об/м. Следовательно, утечкой зарядов при индицировании быстроходных двигателей можно пренебречь. Что касается нанесения на снятую индикаторную диаграмму линии атмосферного давления, то этого времени совершенно недостаточно, так как переключение датчика на измерение атмосферного давления требует значительно большего времени. По этой же причине затрудняется тарировка датчика, так как статическая тарировка неосуществима.

Указанные недостатки очень часто являются причинами отказа от применения пьезоэлектрических индикаторов для измерения переменных давлений малой амплитуды. Приведенный ниже метод дает возможность провести такие измерения с достаточной для практики точностью. Для фиксации процессов протекания наполнения и выпуска двигателя ГАЗ-51 была разработана методика, позволившая получить на диаграмме необходимые отметки для отсчета времени и угла поворота коленчатого вала. Для отсчета углов поворота коленчатого вала было изготовлено приспособление — отметчик мертвых точек (см. рис. 1). Приспособление устанавливается в передней части двигателя и представляет собой текстолитовый диск с бегунком, жестко связанным с коленчатым валом двигателя. В диске профрезе-

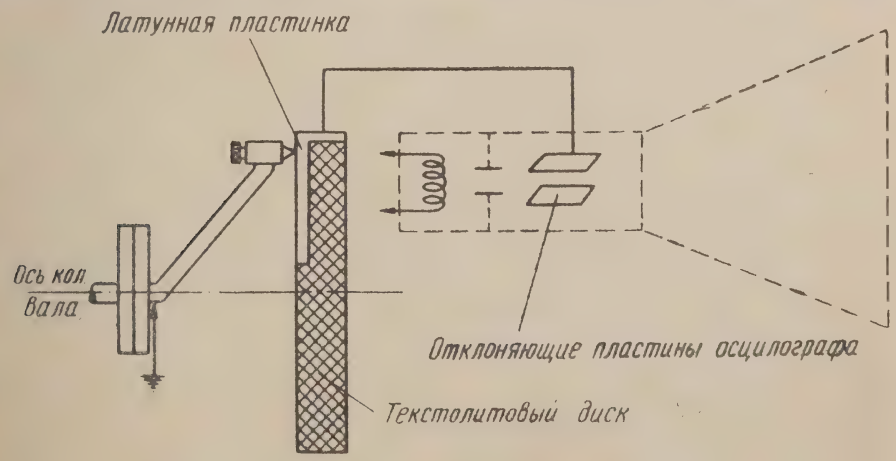


Рис. 1. Схема отметчика мертвых точек.

рована тонкая прорезь, в которую вставлена латунная пластинка толщиной 0,15 мм.

Поверхность диска с вделанной в него латунной пластинкой установлена перпендикулярно к оси вращения коленчатого вала. В латунном бегунке вставлена хорошо отточенная графитовая палочка, которая прижимается к поверхности диска слабой пружиной. Вделанная в диск латунная пластинка с помощью проводника соединяется с отклоняющим электродом катодного осциллографа, а бегунок—с массой. Таким образом, когда графитовая палочка приходит в соприкосновение с латунной пластинкой, то отклоняющий электрод сообщается с землей, а потенциал отклоняющего электрода осциллографа скачком падает до нуля. Электронный пучок, отклоняющийся пропорционально изменяющемуся давлению в цилиндре, в это мгновение делает отметку этого момента а на индикаторной диаграмме эти отметки получатся в виде разрывов линии давления.

При индицировании очередного цилиндра поршень устанавливается во внешнюю мертвую точку, а бегунок отметчика совмещается со вделанной в диск латунной пластинкой и в этом положении закрепляется.

Для снятия индикаторных диаграмм используется фотокамера с вращающейся кассетой. Число оборотов кассеты синхронизируется с числом оборотов коленчатого вала. Экспозиция при снятии диаграммы соответствует времени одного оборота кассеты.

Отметка времени осуществляется с помощью зуммера, соединенного с неоновой лампой. Пульсирующее свечение неоновой лампы через второй объектив фотокамеры направляется на светочувствительную бумагу, закрепленную на вращающейся кассете. Отметка времени получается в виде пунктирной линии с шагом, соответствующим времени, равному 0,03 сек.

Таким образом, на светочувствительной бумаге получается развернутая диаграмма изменения давления в цилиндре, снимаемая первым объективом фотокамеры, и пунктирная отметка времени, снимаемая вторым объективом (см. рис. 2).

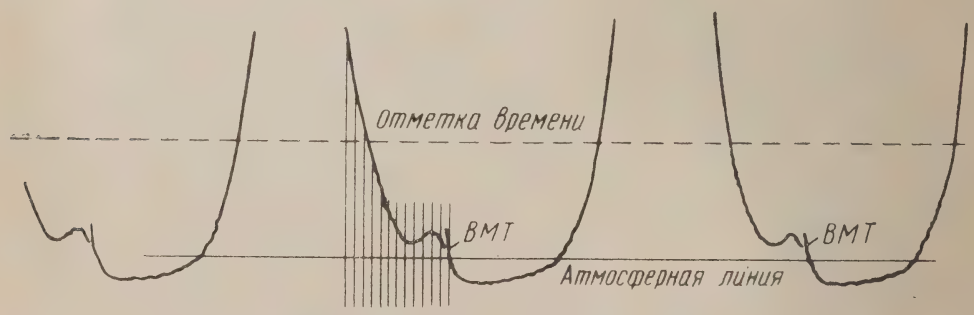


Рис. 2. Индикаторная диаграмма.

Как уже указывалось, на индикаторной диаграмме отсутствует линия атмосферного давления. Ее наносят следующим образом: на снятой индикаторной диаграмме выявляются участки, соответствующие максимальному разрежению в цилиндре в период впуска. Если максимальное разрежение известно, то можно, зная масштаб диаграммы, отложить ординату, соответствующую атмосферному давлению.

Для измерения максимального разрежения можно использовать обычный ртутный пьезометр, соединяемый с цилиндром двигателя с помощью автоматического стробоскопического клапана. Период открытия этого клапана составляет одну треть периода открытия впускного клапана. Одновременно со снятием индикаторной диаграм-

мы следует производить измерение разрежения в период впуска. Открытие стробоскопического клапана надо настраивать на максимальное разрежение в цилиндре по показаниям ртутного пьезометра. Обычно на светочувствительной бумаге за один оборот кассеты получается несколько рабочих процессов. Поэтому при обработке снятой индикаторной диаграммы откладываются две ординаты измеренного разрежения в масштабе диаграммы. При этом эти ординаты следует наносить на двух соседних рабочих процессах, чтобы исключить влияние утечки зарядов. Через полученные точки проводится линия атмосферного давления.

Для определения масштаба диаграммы во время испытаний, проведенных на двигателе ГАЗ-51, применялась тарировочная установка, изображенная схематически на рис. 3. При разработке тарировочной

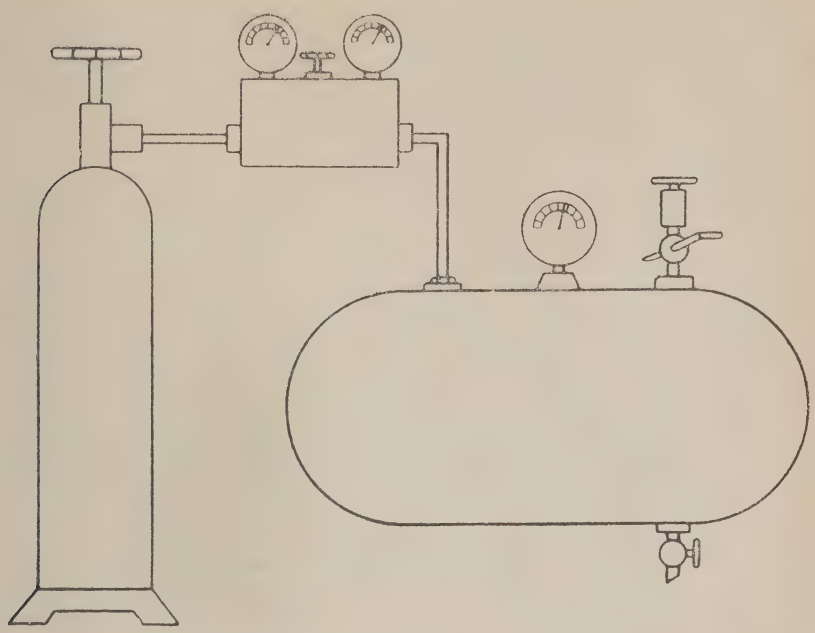


Рис. 3. Тарировочная установка.

установки предусматривалась динамическая тарировка. Во время тарировки углекислый газ из баллона высокого давления подавался через редукционный клапан в тарировочный баллон с эталонным лабораторным манометром. Перепускным клапаном давление в тарировочном баллоне устанавливалось на заданном уровне по манометру. Это контрольное давление подавалось на тарируемый датчик через быстродействующий клапан, время действия которого было меньше постоянного времени индикатора. Этот клапан позволял за один ход золотника подавать на датчик контрольное давление и давление окружающей среды. Таким образом, на светочувствительной бумаге за каждый ход золотника получалась пара точек, расстояние между которыми равно контрольному избыточному давлению в масштабе диаграммы. Зная контрольное избыточное давление и определив расстояние между парными точками, можно подсчитать масштаб диаграммы. Такие диаграммы снимались для всех масштабов индикаторных диаграмм. Как было указано выше, масштаб диаграммы устанавливался постановкой конденсатора соответствующей емкости в цепь измери-

тельной лампы усилителя индикатора. Тарировочная диаграмма снималась сразу после индицирования. Причем для более точного определения масштаба снималось около десяти парных точек с различными контрольными давлениями. При тарировке датчика в протоколе записывались: атмосферное давление, контрольные давления и емкость установленного конденсатора. По тарировочным диаграммам строились масштабные характеристики (см. рис. 4). В качестве примера ниже

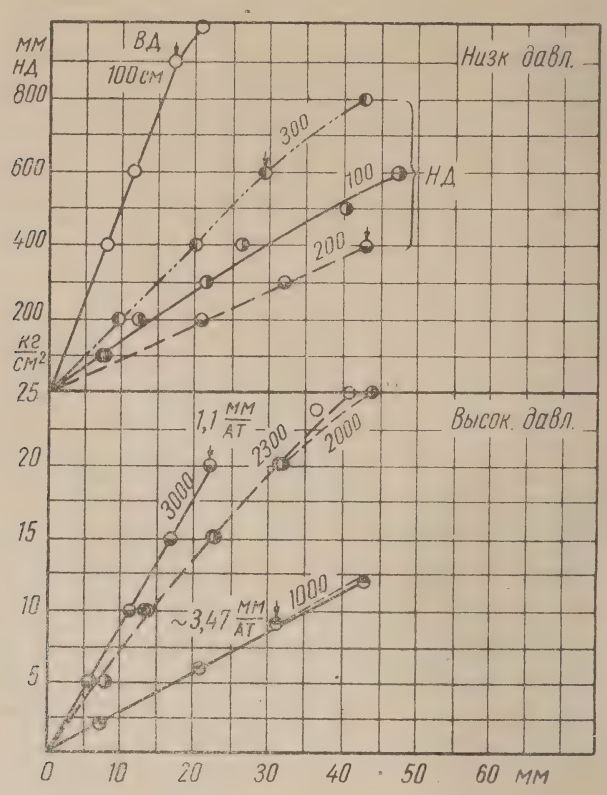


Рис. 4. Масштабные характеристики пьезодатчиков.

приведена обработка индикаторной диаграммы, снятой с двигателя ГАЗ-51 (см. рис. 2). Так как диаграмма снималась в большом масштабе, то линия сжатия и расширения вышла за пределы светочувствительной бумаги. Таким образом, на диаграмме получились линии наполнения и выпуска. По отметкам внешних мертвых точек диаграмма разбивалась по углам поворота коленчатого вала. На диаграмме отыскивалось максимальное разрежение. От этой линии в масштабе диаграммы наносилась линия атмосферного давления. После этого замерялись расстояния от линии атмосферного давления до кривой и пересчитывались на давления. Для более точного определения расстояний необходимо пользоваться оптическим микрометром. По результатам, полученным при обработке индикаторных диаграмм, можно построить график изменения давления в цилиндре за период открытия впускного или выпускного клапана (см. рис. 5). Для наглядности на диаграмме построен график изменения сечения выпускного клапана и изменения давления в выпускном патрубке индицируемого цилиндра. По тем же исходным индикаторным диаграммам можно построить график изменения давления в цилиндре в зависимости от

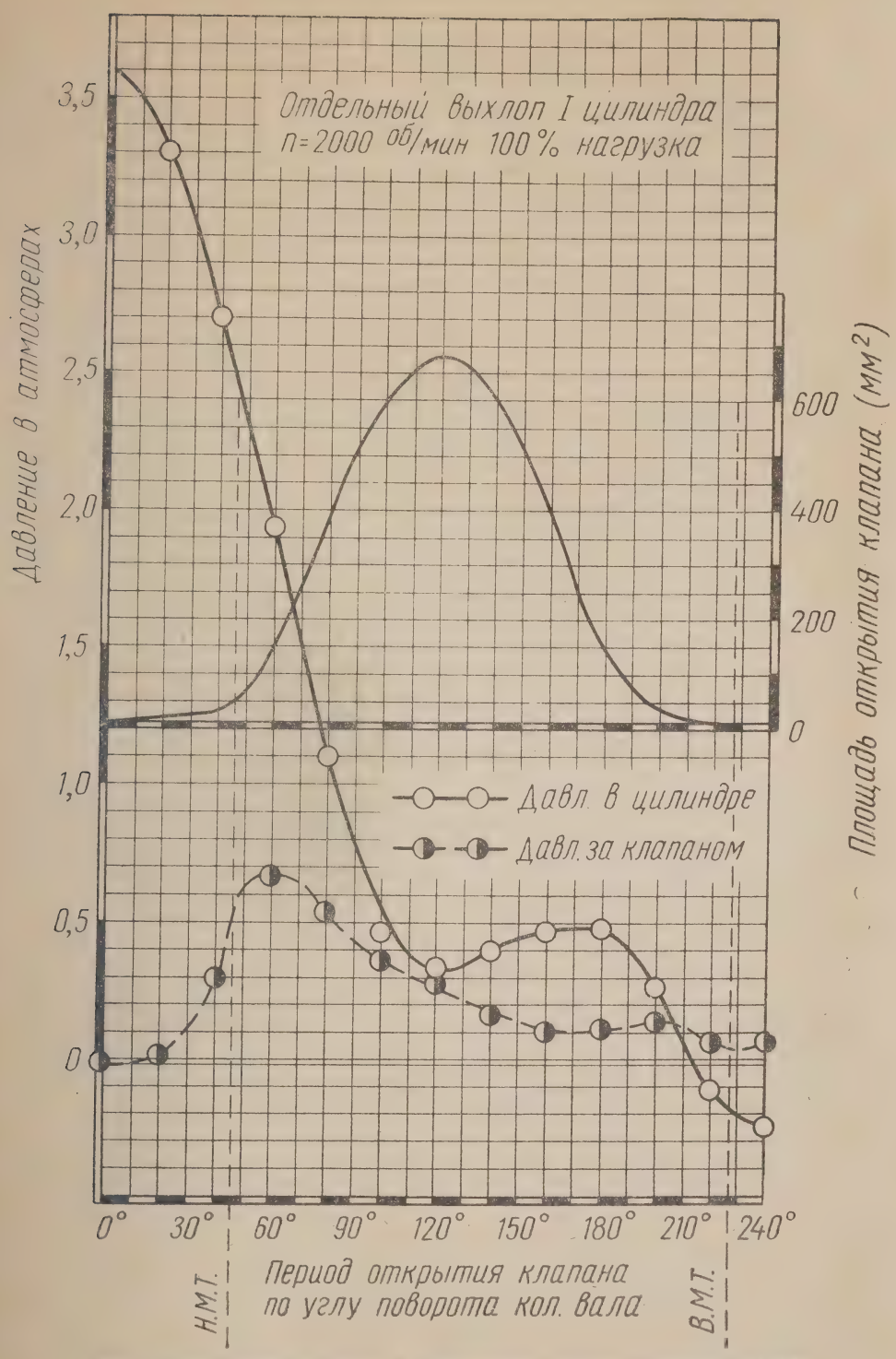


Рис. 5. Измерение давления в цилиндре за период открытия клапана.

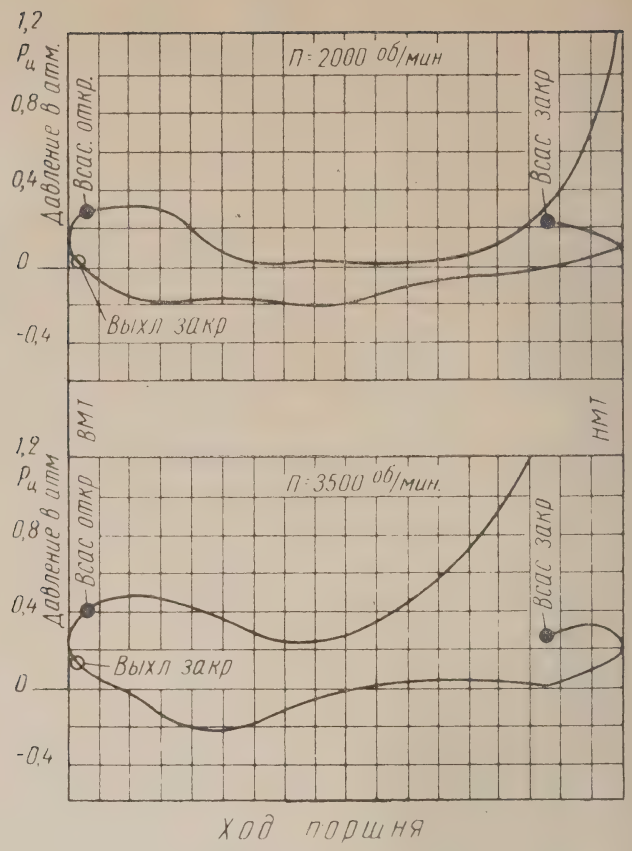


Рис. 6. Изменение давления в цилиндре по ходу поршня.

объема цилиндра. Примерный вид таких графиков показан на рис. 6. Определение давлений предлагаемым методом имеет погрешность не более 3%, что для многих практических целей вполне допустимо.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сороко-Новицкий.* — Испытания автотракторных двигателей. Машгиз, 1955.
2. *Волчок Л. Я.* — Пьезоэлектрические индикаторы для двигателей внутреннего сгорания. Машгиз, 1945.
3. *Волчок Л. Я.* — Методы измерений в двигателях внутреннего сгорания. Машгиз, 1955.
4. Руководство к индикатору Цейс - Икон.

В. И. Чевкинов,
кандидат технических наук

ПРИБОР ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТЕНЗОМЕТРОВ

Для определения цены деления шкалы тензометра предназначены специальные приборы, называемые тензокалибраторами. Эти приборы, необходимые для повседневной производственной и лабораторной практики, к сожалению, до сих пор не находятся в массовом производстве.

Один из таких приборов, изображенный на рисунке, без особого труда может быть выполнен любой мастерской.

УСТРОЙСТВО ПРИБОРА

К станине 1 жестко закреплена болтом стойка 2. Столик 3 покоится на четырех ножках 4, каждая из которых имеет по два упругих шарнира, выполненных из часовых лент.

Перемещение столика осуществляется коленчатым рычагом 5 и винтом обычного микрометра 6, изготовленного по первому классу.

Микрометр закрепляется между двумя плитками, привернутыми к станине болтами. До окончательного закрепления болтов плитки должны быть повернуты так, чтобы оси винта микрометра и опорной головки рычага совпадали. Рычаг, плечи которого относятся как 1:10, имеет стальную ось, которая вращается в медных втулках, вставленных в ушки стойки, жестко закрепленной к станине. Пригонка оси к втулке должна быть возможно тщательной.

К верхней части микрометренного винта через специальную обойму тремя винтами закреплена шкала 7. Шкала выполнена на фотобумаге и наклеена на тонкий металлический диск. Диаметр шкалы 100 мм. Перемещение шкалы фиксируется стрелочным указателем, закрепленным к станине.

Устойчивый контакт столика с рычагом и рычага с микрометренным винтом обеспечивается за счет двух растянутых пружин, симметрично расположенных относительно оси прибора.

Поверка передаточного отношения прибора осуществляется с помощью трубки оптиметра 8, для закрепления которой предназначена специальная стойка.

Регулировка передаточного числа осуществляется за счет перемещения опорной головки по прорези рычага.

Прибор рассчитан так, что для перемещения столика на 0,5 мк

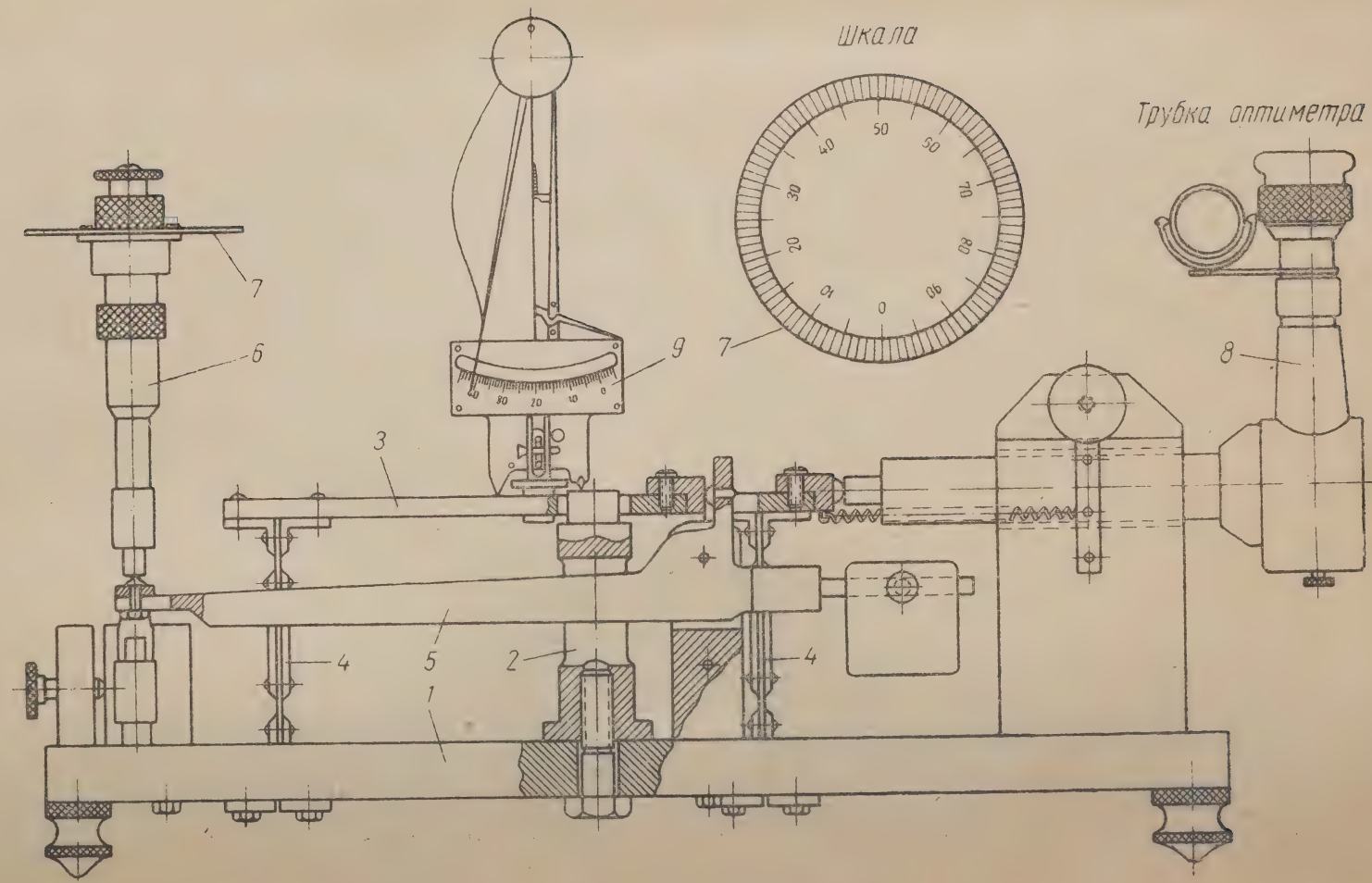


Рис. 1. Схема установки.

шкалу необходимо повернуть на одно деление. Расстояние между двумя соседними штрихами шкалы по наружной окружности равно 3,12 мм.

После юстировки прибора органами Комитета по делам мер и измерительных приборов, трубка оптиметра может быть удалена, и тензокалибратор с достаточной для практики степенью точности может выполнять функции контрольно-измерительного прибора как в производственных, так и лабораторных условиях.

Крепление тензометра при его поверке на тензокалибраторе осуществляется с помощью двух вилок и стальной закаленной проволочки. Вилки могут перемещаться в прорезях столика и закрепляться к нему гайками. Это дает возможность поверять на тензокалибраторе рычажно-механические тензометры различных систем и с различными базами.

Сила нажима тензометра к столику может регулироваться за счет различного деформирования проволочки. Для этой цели в стенках вилок сделано значительное количество отверстий.

В связи с тем, что большинство тензометров меняет свои показания в зависимости от степени их нажима к поверхности исследуемой детали, условия их закрепления при поверке должны быть идентичными с производственными условиями.

При эксплуатации данного прибора в течение нескольких лет в лаборатории сопротивления материалов Горьковского сельскохозяйственного института, при проведении как лабораторного практикума, так и значительного количества экспериментальных научно-исследовательских работ, можно заключить, что тензокалибратор обладает хорошим постоянством показаний, удобен в работе, обеспечивает весьма плавное перемещение столика, не обладает трениями.

При изготовлении прибора, однако, следует помнить, что передаточный рычаг должен обладать достаточной жесткостью. Прогиб на конце рычага за счет дополнительного растяжения пружин при полном перемещении столика, а также за счет преодоления трений в поверяемом тензометре, не должен превышать 0,2 мк.

В. И. Чевкинов,
кандидат технических наук

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ ИЗГИБА В ЗУБЬЯХ АМПЛИТУДЫ

Вопросу определения напряжений изгиба в зубьях зубчатых колес посвящено большое количество работ как отечественных, так и зарубежных исследователей. Большинство методов по определению напряжений изгиба в зубьях зубчатых колес основывается на известной гипотезе плоских сечений. Рассматривая зуб как консольную балку и применяя обычные методы сопротивления материалов, можно получить общеизвестную формулу для определения в корне зуба „номинальных" напряжений:

$$\sigma_{н} = \frac{P_{окр}}{bmy}, \tag{1}$$

где $P_{окр}$ — окружное усилие,

b — ширина зубчатого венца,

m — модуль зацепления,

y — коэффициент формы зуба.

Однако гипотеза плоских сечений, на которой основывается данный метод расчета, не отображает истинной картины распределения напряжений по такому сложному контуру, каким является зуб зубчатого колеса.

Для получения истинного значения максимальных напряжений в корне зуба, „номинальные" напряжения умножают на коэффициент концентрации напряжений, и тогда „местные" напряжения будут:

$$\sigma_{м} = \sigma_{н}\alpha = \frac{P_{окр}}{bm}\,\frac{\alpha}{y} \tag{2}$$

Значения коэффициента концентрации напряжений находятся опытным путем.

Исследований по определению коэффициента концентрации напряжений в зубьях зубчатых колес имеется весьма незначительное количество. К ним следует отнести работы С. П. Тимошенко и Р. Бауда [3], Л. И. Цехновича [4], И. И. Беспальцева [5] и др. Во всех этих работах коэффициенты концентрации напряжений определялись по результатам испытаний прозрачных моделей зубьев оптическим методом. Полученные результаты нельзя сравнивать, ибо модели зубьев, на которых проводились исследования, были выполнены по различным стандартам.

Следует отметить, что за последние годы были разработаны и иные методы по определению напряжений изгиба в зубьях зубчатых колес. М. В. Коровчинский [6], использовав идеи академика В. П. Галеркина и применив методы теории упругости, вывел формулы для определения напряжений изгиба в зубьях зубчатых колес, отождествив зуб с полубесконечной равнобочной трапецией. Однако эти формулы не дают возможности сразу определить максимальные напряжения у реальных зубьев. Полученные по этим формулам напряжения необходимо по-прежнему умножать на соответствующие коэффициенты концентрации напряжений, чтобы получить значения истинных напряжений в корне зуба. В. Д. Андожский [7], использовав гипотезу ломаных сечений А. В. Верховского [2], получил формулу для определения максимальных нормальных напряжений в корне зуба. Формула получилась довольно сложной и недостаточно удобной для ее практического использования.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ

В лаборатории сопротивления материалов Горьковского сельскохозяйственного института получены два способа для определения максимальных нормальных напряжений в корне зуба, основанные на экспериментальных и аналитических исследованиях.

Экспериментально были исследованы зубья зубчатых колес, изготовленные в соответствии с ГОСТ 3058-45 из листа катаной Ст. 3. При испытании стандартного образца, имеющего диаметр $d = 20$ мм и расчетную длину $l = 10d$, вырезанного из этого листа, получены следующие механические свойства:

предел текучести $\sigma_{тк} = 1920 \frac{кг}{см^2}$,

предел прочности $\sigma_{пч} = 3250 \frac{кг}{см^2}$,

относительное удлинение $\sigma = 28\%$,

относительное сужение площади поперечного сечения $\psi = 62{,}5\%$,

модуль нормальной упругости $E = 2{,}10 \cdot 10^6 \frac{кг}{см^2}$.

Зубья имели следующие основные характеристики:
модуль зацепления $m = 100$ мм, постоянный радиус выкружки $r_0 = 0{,}38m = 38$ мм, радиальный зазор $c = 0{,}25m = 25$ мм, длину зуба $b = 30$ мм, угол зацепления $\alpha = 20°$, высота зуба $h = 2{,}25m = 225$ мм.

Зубья составляли единое целое с массивной стальной плитой, условно заменяющей собою реальное зубчатое колесо. Плита имела толщину $b = 30$ мм, ширину $B = 500$ мм и общую длину около 1 м. В этой плите последовательно были вырезаны четыре зуба, соответствующие зубьям зубчатых колес, имеющих $z = 14$, $z = 22$, $z = 36$ и $z = \infty$. Контуры зубьев были обработаны методом фрезерования, а затем точной слесарной доводкой с применением специальных шаблонов. Для испытания зубьев была изготовлена специальная установка (рис. 1.). Установка жестко закреплялась на траверзе универсальной испытательной машины типа Амслер.

Перед испытанием машина была проверена. При поверке не обнаружено погрешностей больше 1%.

Перемещение установки на траверзе машины и изменение наклона плиты обеспечили возможность прикладывать силу (через специальный пуансон) нормально к контуру зуба в трех точках: на конце зуба, в полюсе зацепления и промежуточной точке. Это позволило проследить за изменением напряжений в зубе от начала до конца его зацепления.

Для эвольвентного профиля величина нормальной силы (без учета сил трения) считается величиной постоянной в любой точке зацепления при постоянном крутящем моменте, если условно считать, что в зацеплении находится одна пара зубьев. Сила выбрана равной 6500 кг из того расчета, чтобы максимальные напряжения, возникающие от нее в корне зуба, были близки к величине допускаемых напряжений изгиба при статической нагрузке.

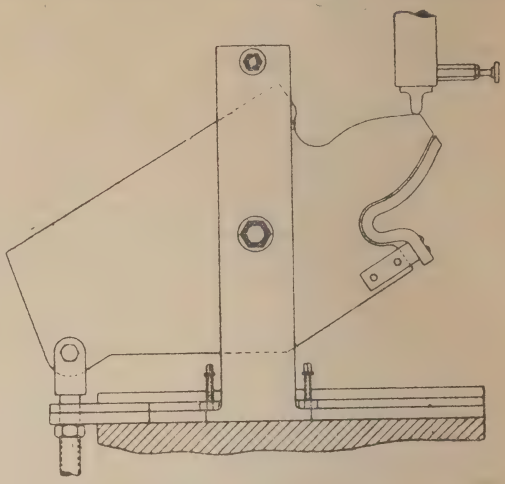


Рис. 1. Схема установки.

Деформация ε_1 (напряжение σ_1) на контуре зуба в его средней плоскости замерялась рычажным тензометром Гугенбергера на лазе 10,1 мм.

Тензометр был выбран из целой партии приборов, прошедших поверку на специально изготовленном для этой цели тензокалибраторе, снабженном трубкой оптиметра. При поверке тензометр обнаружил высокую чувствительность, постоянство в своих показаниях, почти абсолютное сходство в показаниях между прямыми и обратными ходами, неизменность в показаниях в зависимости от величины нажима на поверхность исследуемой детали и хорошее возвращение к нулю шкалы после разгрузки.

Цена одного деления шкалы тензометра оказалась равной $a=0{,}8$ мк и осталась неизменной за время экспериментальных работ.

Для достижения необходимой точности при замере деформаций тензометром с базой в 10,1 мм, зубья были выбраны больших размеров.

В зоне действия максимальных нормальных напряжений в корне зуба, где напряжения при наших опытах изменялись в пределах от 800 до 1500 $\frac{кг}{см^2}$, относительная точность при замере деформаций составляла 4,1 — 2,2%.

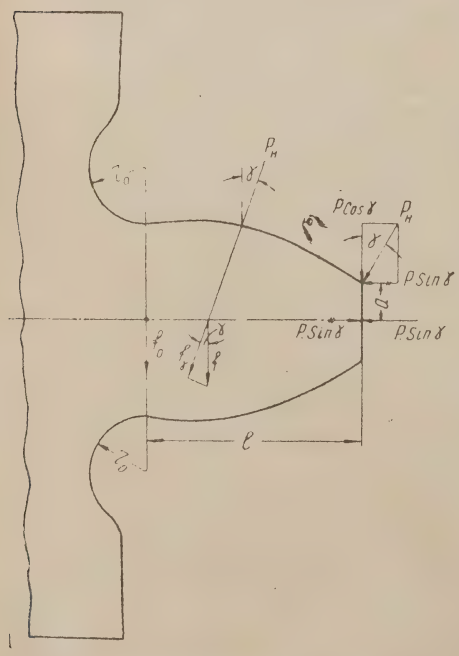


Рис. 2. Схема разложения сил и прогибов.

При подсчете действительных нормальных напряжений на контуре зуба по деформациям, полученных помощью тензометра, использована формула: $\sigma_1=\varepsilon_1 E$.

Следует заранее оговориться, что при всех исследованиях, нормальную силу $P_н$ нами принято разлагать в точке ее действия на контуре зуба (рис. 2). При этом одной из составляющих этой силы будет $P_{окр}=P_н\cos\gamma$ — окружное усилие, вызывающее в зубе изгиб. Другую составляющую силы можно заменить системой сил, состоящей из пары сил с моментом $M=P_{сж}a$, изгибающим зуб в обратном направлении, и силы $P_{сж}=P_н\sin\gamma$, приложенной к центру тяжести сечения и вызывающей в зубе

осевое сжатие. Величина угла γ, образованная вектором нормальной силы с перпендикуляром к оси зуба, будет величиной переменной. Она зависит от числа зубьев в зубчатом колесе. Для случая разложения силы $P_н$ на конце зуба величину угла γ, в зависимости от числа зубьев в зубчатом колесе, можно найти из графика (рис. 3).

По результатам опыта на рис. 4а построены графики изменения нормальных напряжений на контуре зуба зубчатого колеса с $z = 36$ как на растянутой стороне, так и на сжатой стороне. Три других аналогичных рисунка для зубьев зубчатых колес с $z = 14$, $z = 22$ и $z = \infty$ в статье не приводятся. На этих графиках кривые 1 дают картину распределения напряжений σ_1 по контуру зуба (в зоне растяжения и зоне сжатия) от силы $P_{1н}$, приложенной на конце зуба. Кривые 2 дают картину распределения напряжений σ_1 по контуру зуба от силы $P_{2н}$, приложенной в промежуточной точке. Кривые 3—картину распределения напряжений σ_1 от силы $P_{3н}$, приложенной в полюсе зацепления. Кривые 4 дают картину распределения напряжений от окружной силы $P_{окр} = P_н \cos\gamma$, приложенной на конце зуба нормально к его оси. Нагружение зуба силой $P_{окр}$ осуществлялось через специальное приспособление, снабженное центрирующим шариком.

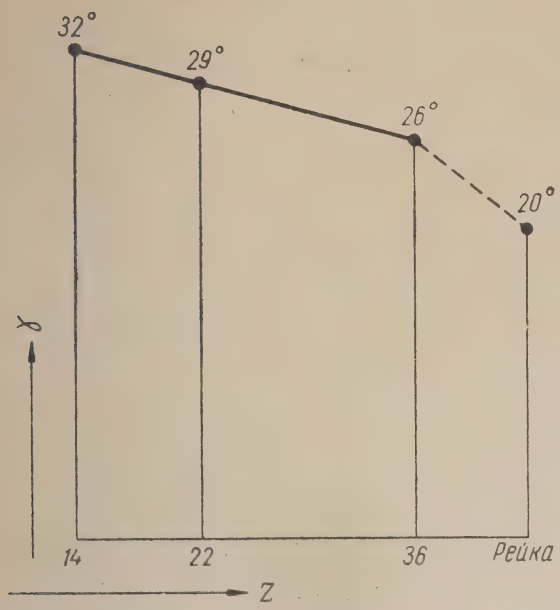


Рис. 3. График изменения угла γ в зависимости от изменения числа зубьев в зубчатом колесе.

По кривым 1, 2, 3 и 4, помимо суммарных напряжений от силы $P_н$ и напряжений от окружной силы $P_{окр}$, могут быть найдены напряжения от сжимающей силы $P_{сж}$ и напряжения от обратного изгибающего момента M. В самом деле, кривые 1 и 4 в зоне сжатия, построенные для сил $P_{1н}$ и $P_{окр}$ совпадают. Это говорит о том, что обратный изгибающий момент M и осевая сжимающая сила $P_{сж}$ вызывают здесь одинаковые по величине, но обратные по знаку нормальные напряжения, которые взаимно уравновешиваются. Напротив, в зоне растяжения напряжения от этих сил складываются, т. к. имеют одинаковые знаки и кривые 1 и 4 не совпадают. Разности в напряжениях, найденных по кривым 1 и 4 в зоне растяжения, и дадут, следовательно, удвоенную величину сжимающего напряжения от силы $P_{сж}$ или удвоенную величину напряжения от обратного изгибающего момента M. Величина напряжения от силы $P_{сж}$, которую в практике проектирования зубчатых колес обычно не учитывают из-за незнания ее точного значения, зависит от числа зубьев в зубчатом колесе. Чем меньше число зубьев, тем больше величина сжимающих напряжений. В корне зуба, в сечении, где действуют максимальные нормальные напряжения, величина отношения сжимающих напряжений к величине суммарных максимальных напряжений для растянутой зоны достигает следующей величины:

при $z = 14$ — 10,6%,
при $z = 22$ — 9,2 %,
при $z = 36$ — 7,6%,
при $z = \infty$ — 2,2%.

Следует заметить, что величина напряжений от сжимающей силы $P_{сж}$ не будет зависеть от способа разложения $P_н$.

На рис. 4б изображены, дополнительно, кривые изменения максимальных напряжений σ_1, в корне зуба (в зоне растяжения и зоне сжатия) в зависимости от плеча приложения нагрузки. Значение этих

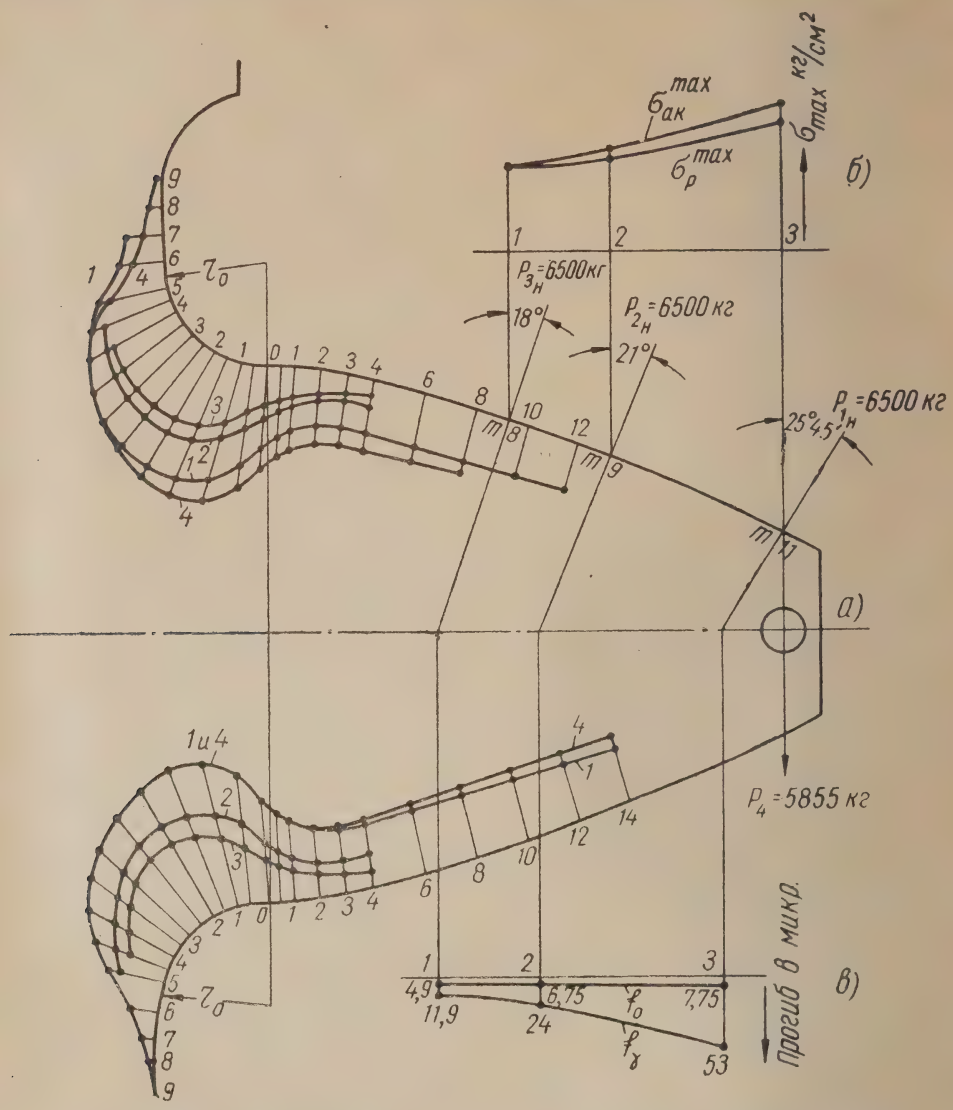


Рис. 4. График напряжений и прогибов для зуба зубчатого колеса с $z = 36$.

напряжений, возникающих в корне зуба от силы $P_{1н}$, приложенной на конце зуба, от силы $P_{2н}$, приложенной на расстоянии 0,5 модуля от конца зуба, и силы $P_{3н}$, приложенной в полюсе зацепления, приведены в таблице 1.

По данным, приведенным в таблице 1, можно заключить, что падение максимальных нормальных напряжений в корне зуба происходит не пропорционально уменьшению плеча приложения нагрузки. Следовательно, коэффициент концентрации напряжений в процессе зацепления не остается величиной постоянной. Изменяясь, он резко возрастает к концу зацепления.

Таблица 1

		σ_1^{max}, $\frac{кг}{см^2}$		
		от $P_{1_н}$	от $P_{2_н}$	от $P_{3_н}$
Z = 14	Зона растяж.	1248	1023	864
	Зона сжатия	1499	1205	899
Z = 22	Зона растяж.	1082	870	716
	Зона сжатия	1331	1025	749
Z = 36	Зона растяж.	982	750	600
	Зона сжатия	1115	820	616
Z = ∞	Зона растяж.	799	—	—
	Зона сжатия	815	—	—

Значения коэффициента концентрации напряжений (для трех точек зацепления) могут быть найдены по результатам исследований, приведенных в таблице 1, и при использовании любого общеизвестного метода для определения „номинальных“ напряжений. После этого „местные“ напряжения могут быть найдены по общеизвестной формуле (2). Но в формуле (2) отношение $\frac{\alpha}{y}$ может быть заменено коэффициентом C, и тогда максимальное главное напряжение на стороне растяжения может быть выражено формулой:

$$\sigma_p^{max} = \frac{P_{окр}}{bm} C_p, \frac{кг}{мм^2}, \tag{3}$$

где

$$P_{окр} = P_н \cos\gamma. \tag{4}$$

Значение коэффициента C_p, при определении напряжений на растянутой стороне зуба, можно найти из графиков, построенных по опытным данным для случаев приложения нормальной силы $P_н$: на конце зуба, на расстоянии 0,5 *m* (модуля) от конца зуба и в полюсе зацепления и изображенных на рис. 5.

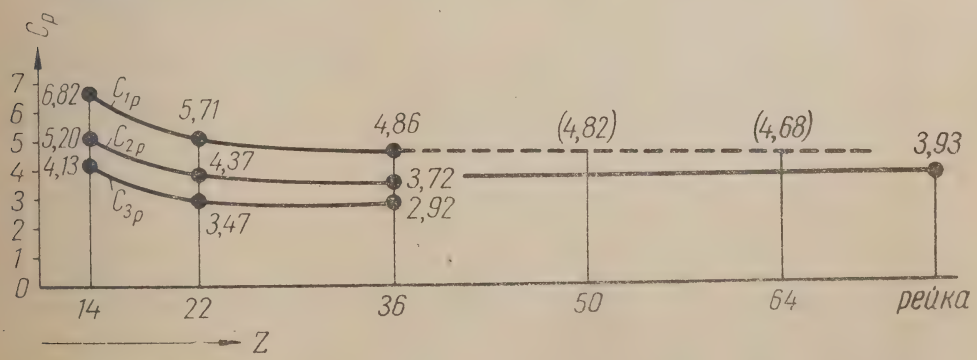


Рис. 5. Графики изменения коэффициента C_p в зависимости от изменения числа зубьев в зубчатом колесе.

Для определения коэффициентов $C_{сж}$ могут быть построены аналогичные графики по тем же данным, приведенным в таблице 1. Формула (3), однако, дает возможность определить максимальные нормальные напряжения в выкружке зуба, имеющего постоянный радиус кривизны $r_0=0{,}38\ m$, т. е. в зубе, полученном при обработке методом копирования.

При наиболее современном методе обработки реечным инструментом с закругленными головками или долбяками, радиусы кривизны в наиболее напряженных участках в среднем в два раза превышают радиус выкружки зуба, полученного методом копирования. Известно, что при увеличении радиуса выкружки величина максимальных нормальных напряжений в корне зуба уменьшается.

Чтобы установить закономерность этого изменения, зуб зубчатого колеса с $z=14$ был последовательно выполнен со следующими радиусами выкружки: 0 75, 0,60, 0, 45, 0,38 и 0,3 модуля при $m=100$ мм.

В каждом из этих случаев были замерены напряжения на контуре зуба при действии на зуб нормальной силы $P_н=6500$ кг, приложенной на конце зуба, длиной $b=30$ мм и выявлены значения максимальных напряжений как на стороне растяжения, так и на стороне сжатия.

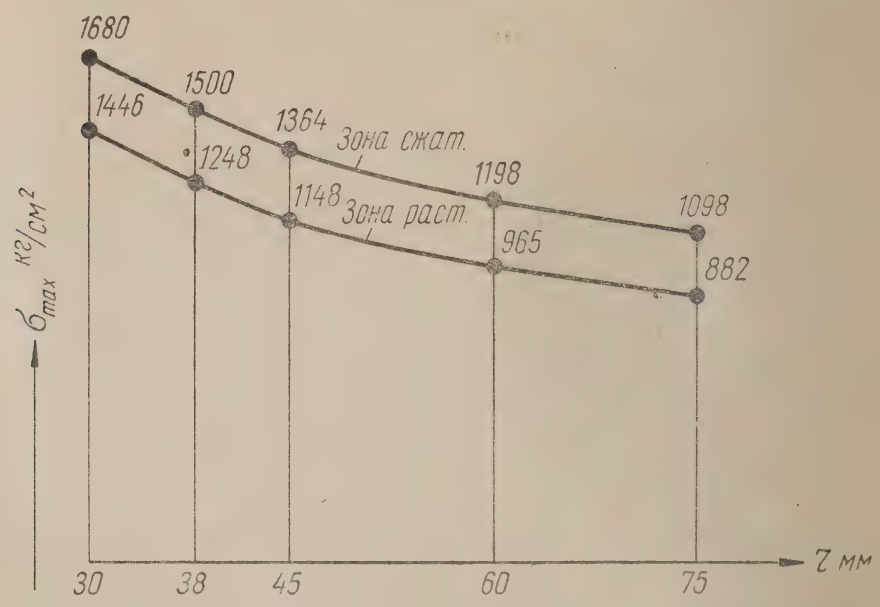


Рис 6. График изменений максимальных нормальных напряжений в выкружке зуба в зависимости от изменения радиуса выкружки.

Значения этих напряжений и графики их изменения в зависимости от радиуса выкружки изображены на рис. 6. Следовательно, для учета способа обработки, в формулу (3) должен быть введен дополнительный коэффициент η, и тогда она примет вид:

$$\sigma_p^{max}=\eta\frac{P_{окр}}{bm}C_p,\ \frac{кг}{мм^2} \qquad (5)$$

при обработке зуба по методу копирования $\eta=1$.

При обработке зуба реечным инструментом в соответствии с ГОСТ 3058-45, значение коэффициента η можно найти из графиков, изображенных на рис. 7.

График, изображенный на рис. 7, дает закон изменения коэффициента η в зависимости от изменения радиуса выкружки.

График, изображенный на рис. 8, дает закон изменения радиуса выкружки в опасном сечении зуба в зависимости от изменения числа зубцов в зубчатом колесе.

На рис. 8 находится радиус кривизны, а по нему на рис. 7 находится значение коэффициента η.

График на рис. 8 построен по материалам исследований Л. Н. Углицкой [8].

На рис. 7 и 8 радиусы кривизны выражены в долях модуля, принятого равным единице.

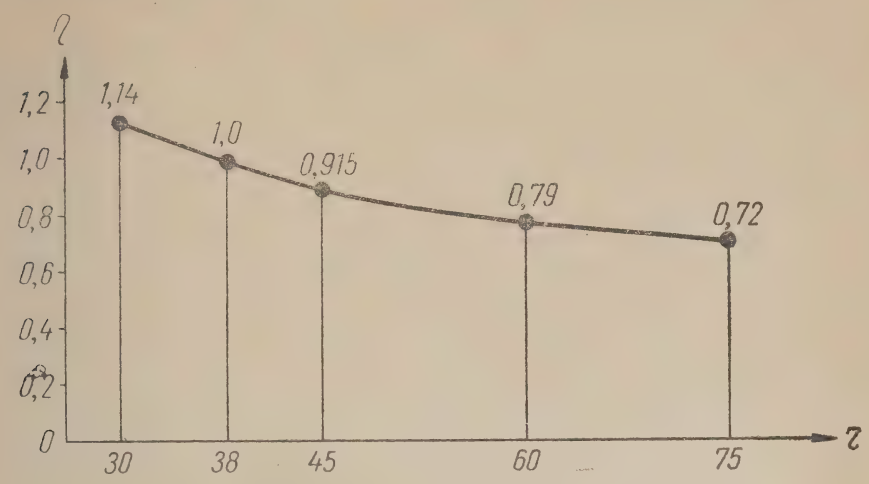


Рис. 7. График изменения коэффициента γ в зависимости от изменения радиуса выкружки.

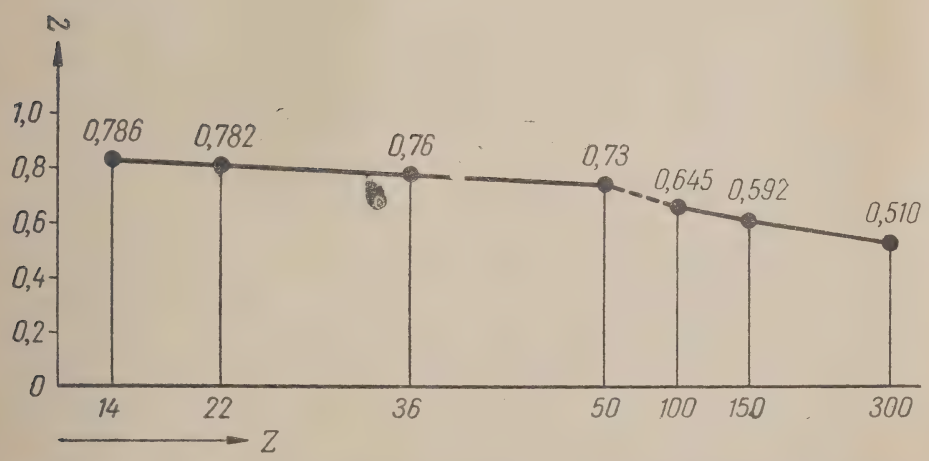


Рис. 8. График изменения радиуса выкружки в опасном сечении в зависимости от изменения числа зубьев в зубчатом колесе.

Для определения действительных максимальных напряжений в зубьях реальных зубчатых передач формула (5) должна быть дополнена коэффициентом нагрузки $K = K_{пр} K_{д}$, где $K_{пр}$—коэффициент, который учитывает неравномерность распределения нагрузки по ширине зубчатого венца, вызванной перекосами валов и деформациями зубчатых колес; $K_{д}$--коэффициент, который учитывает дополнительные динамические нагрузки, возникающие в зацеплении от погрешностей изго-

товления. Их значения можно определить по формулам, приведенным, напр., у Кудрявцева В. Н. [9], и тогда

$$\sigma_{\text{р}}^{\max} = \eta \frac{P_{\text{окр}}}{bm} C_{\text{р}} K \leqslant [\sigma] \tag{6}$$

Полученные по этой формуле напряжения сравниваются с величиной допускаемых напряжений, которые определяются в зависимости от рода нагрузки, материала, термообработки, чистоты поверхности и чувствительности материала к концентрации напряжений при заданной нагрузке.

Этому вопросу посвящены исследования многих авторов.

Формула (6) не учитывает силы трения, возникающей между профилями вследствие их взаимного скольжения. Но она может быть учтена путем соответствующего изменения угла γ.

Помимо напряжений, были определены перемещения осей зубьев в направлении линии зацепления. Для этой цели был использован тензометр Гугенбергера с удлинителем базы и специальное приспособление, изображенное на рис. 1. Одна ножка тензометра устанавливалась на оси зуба, а другая на приспособлении. Таким образом, перемещение оси зуба замерялось относительно ненапряженного угла пластины (к которому привертывалось приспособление), заменяющего собою обод колеса.

На рис. 4в изображены графики изменения перемещения оси зуба в зависимости от изменения плеча приложения нагрузки. Здесь f_γ — прогиб оси зуба по линии действия силы $P_{\text{н}}$. (На графиках векторы этого прогиба отложены нормально к оси зуба), а f_0 — прогиб оси зуба по линии, соединяющей центры выкружек. Действительное расположение этих векторов показано на рис. 2.

Силы $P_{1\text{н}}$, $P_{2\text{н}}$ и $P_{3\text{н}}$, равные 3000 кг, прикладывались нормально к профилю зуба.

Используя способ, предложенный М. В. Ларионовым [10] и полученные здесь экспериментальные данные, определение прогибов оси зуба в направлении линии зацепления можно производить по формуле:

$$f_\gamma = K \sigma_{\text{р}}^{\max} m \tag{7}$$

В этой формуле

$\sigma_{\text{р}}^{\max}$ — максимальное напряжение в выкружке зуба, $\frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$ определяемое по формуле (3)

m — модуль зацепления, мм (ОСТ 1597),

K — величина прогиба в микронах, которую получает зуб с модулем $m=1$ мм, при напряжении в выкружке зуба на стороне растяжения, равном $\sigma_{\text{р}}^{\max} = 1 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$.

М. В. Ларионов называет K удельной деформацией оси зуба. Следовательно, в этой формуле, модуль m и напряжение $\sigma_{\text{р}}^{\max}$ являются своего рода безразмерными геометрическим и силовым масштабными факторами.

Значение коэффициента K находится из графиков, изображенных на рис. 9.

Здесь K_1 соответствует силе $P_{\text{н}}$, приложенной на конце зуба,

K_2 — силе $P_{\text{н}}$, приложенной на расстоянии 0,5 m от конца зуба,

K_3 — силе $P_{\text{н}}$, приложенной в полюсе зацепления.

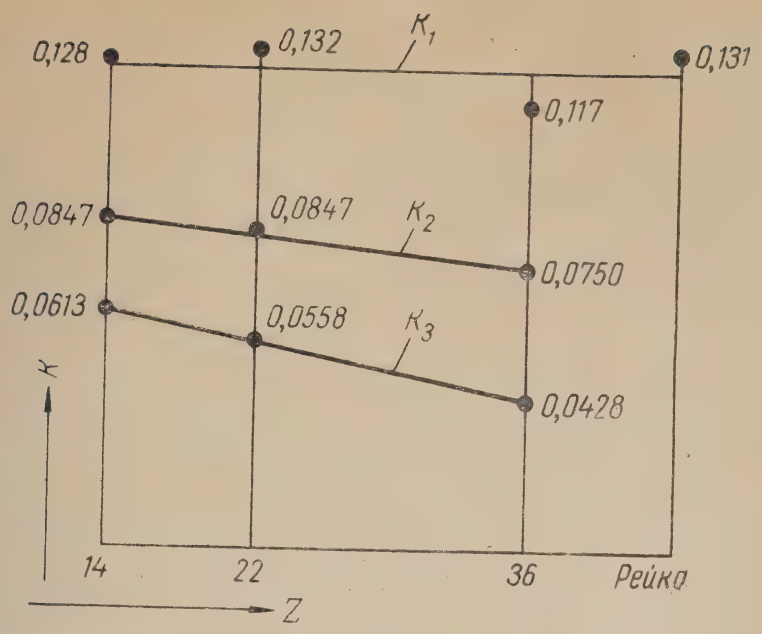


Рис. 9. График изменения коэффициента K в зависимости от изменения числа зубьев в зубчатом колесе.

При определении прогибов оси зуба способ обработки не имеет существенного значения.

Следует заметить, что формула (7) дает возможность определить перемещения зубьев, вызванные только деформациями изгиба и сдвига. Деформаций в контакте формула не учитывает.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ

Для определения максимальных напряжений в корне зуба аналитическим методом, была использована гипотеза цилиндрических сечений.

Для определения нормальных напряжений изгиба в любой произвольной контурной точке плоского прямоосного стержня А. В. Верховским [2] получены формулы, но эти формулы оказались довольно сложными. Для получения формул более простого вида был использован несколько иной прием для их вывода.

Через исследуемую точку A, рис. 10, лежащую на внешнем вогнутом контуре стержня, проводим цилиндрическое сечение. Для его построения через точку A проводим касательную до пересечения с осью стержня. Точка пересечения и будет служить центром цилиндрического сечения. Из этой точки, радиусом r, проводим цилиндрическое сечение DAB и точку B, лежащую на линии, соединяющей центры выкружек, соединяем с центром O. После этого на чертеже отмечаем углы α и ψ. Вблизи точки A берем точку A_1 и через нее, аналогичным образом, проводим второе цилиндрическое сечение D_1A_1B. Важно отметить, что цилиндрические сечения, проведенные в выкружке постоянного радиуса, сходятся в одной точке B, лежащей на линии, соединяющей центры выкружек.

При деформации стержня цилиндрическое сечение DAB повернется относительно D_1A_1B на некоторый угол $\Delta\gamma$. При этом относительное удлинение волокна KF, взятого между цилиндрическими се-

чениями, может быть определено по той же формуле, что и для стержня клинообразной формы

$$\varepsilon = \frac{r\sin\varphi\Delta\gamma}{KF} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (54), \text{ стр. } 68\ [2]$$

Однако, в то время как в клинообразном стержне волокно KF имело постоянную начальную длину при любом угле φ, в рассматриваемом случае длина волокна KF, как величина переменная, может быть определена из следующих соображений:

$$KF = OK - OF = r_1 + dx_0\cos\varphi - r;\ OF = r;\ r = r_1 + dx_0\cos\psi;$$

$$r_1 = r - dx_0\cos\psi;\ KF = r - dx_0\cos\psi + dx_0\cos\varphi - r = dx_0\cos\varphi - dx_0\cos\psi;$$

$$KF = dx_0(\cos\varphi - \cos\psi).$$

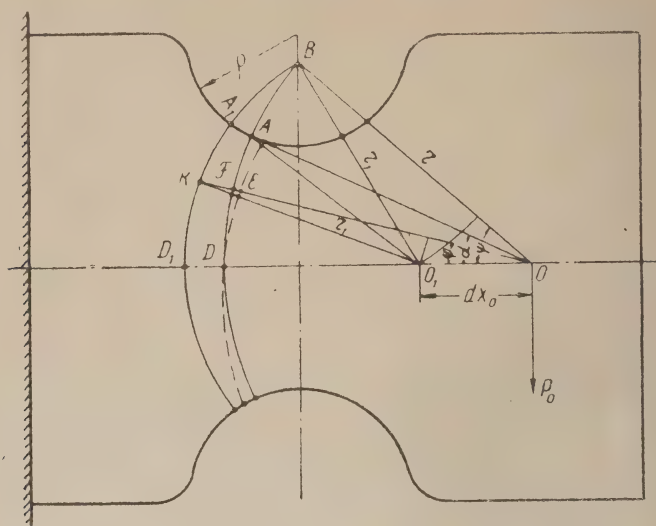


Рис. 10. Цилиндрические сечения по гипотезе проф. А. В. Верховского.

Тогда относительное удлинение и напряжение в волокне KF можно выразить формулами:

$$\varepsilon = \frac{r\sin\varphi d\gamma}{dx_0(\cos\varphi - \cos\psi)};$$

$$\sigma = \varepsilon E = \frac{r\ \sin\varphi\ d\gamma E}{dx_0(\cos\varphi - \cos\psi)}. \tag{8}$$

Из условия равновесия правой части стержня можно написать:

$$\Sigma M_D = 0$$

$$P_0 r = 2\int_0^\alpha \sigma b r d\varphi r\sin\varphi = \int_0^\alpha \frac{r^3 b\sin^2\varphi\, d\varphi d\gamma E}{dx_0(\cos\varphi - \cos\psi)}, \quad \text{откуда}$$

$$P_0 = \frac{2r^2 b d\gamma E}{dx_0}\int_0^\alpha \frac{\sin^2\varphi d\varphi}{\cos\varphi - \cos\psi}, \quad \text{приняв}$$

$$\int_0^\alpha \frac{\sin^2\varphi d\varphi}{\cos\varphi - \cos\psi} = L_2 \quad \text{получим:}$$

$$P_0 = \frac{2r^2 b d\gamma E L_2}{dx_0}, \quad \text{откуда}$$

$$\frac{d\gamma \cdot rE}{dx_0} = \frac{P_0}{2rbL_2} \tag{9}$$

Решая совместно уравнения (8) и (9), будем иметь:

$$\sigma = \frac{P_0 \sin\varphi}{2rbL_2(\cos\varphi - \cos\psi)} \tag{10}$$

В данной формуле

$$L_2 = \int_0^{\alpha} \frac{\sin^2\varphi d\varphi}{\cos\varphi - \cos\psi} = \sin\psi \ln \frac{1 - \cos\psi\cos\alpha + \sin\psi\sin\alpha}{\cos\alpha - \cos\psi} - \sin\alpha - \alpha\cos\psi.$$

Так как $1 - \cos\psi\cos\alpha + \sin\psi\sin\alpha = 1 - \cos(\psi + \alpha) = 2\sin^2\frac{\alpha+\psi}{2}$, а $\cos\alpha - \cos\psi = -2\sin\frac{\alpha+\psi}{2}\sin\frac{\alpha-\psi}{2}$, то $L_2 = \sin\psi \ln \frac{2\sin^2\frac{\alpha+\psi}{2}}{-2\sin\frac{\alpha+\psi}{2}\cdot\sin\frac{\alpha-\psi}{2}} - \sin\alpha - \alpha\cos\psi.$

Окончательно

$$L_2 = \sin\psi \ln \frac{\sin\frac{\psi+\alpha}{2}}{\sin\frac{\psi-\alpha}{2}} - \sin\alpha - \alpha\cos\psi \tag{11}$$

Следует заметить, что сила P_0, входящая в формулу (10), должна быть приложена в центре цилиндрического сечения. Если же сила $P_0 = P_{окр}$ окажется приложенной вне центра цилиндрического сечения, ее необходимо привести к нему из условия равенства моментов относительно точки D, т. е. $P_0 r = P_{окр} x$, откуда

$$P_0 = \frac{P_{окр} x}{r}, \tag{12}$$

где x — расстояние от точки приложения силы до точки D,

r — радиус цилиндрического сечения.

Для получения напряжений в точке A, лежащей на контуре стержня, угол φ, в формуле (10), надлежит принять равным углу α, и тогда главное напряжение σ_1 от приведенной окружной силы P_0

$$\sigma_1 = \frac{P_0 \sin\alpha}{2brL_2(\cos\alpha - \cos\psi)} \tag{13}$$

Заметим, что углы ψ и α легко могут быть найдены из чертежа зуба обычным оптическим угломером, если при этом чертеж зуба выполнен аккуратно и в достаточно крупном масштабе.

Формула (13) дает возможность определить на контуре зуба главные напряжения σ_1 от приведенной окружной силы P_0. Напряжения от обратного изгибающего момента $M = P_{сж} a$ могут быть подсчитаны по той же формуле, но при этом пара сил с моментом M должна быть заменена равновеликой парой с моментом $M_0 = M$, одна из сил которого должна быть приложена в точке D (рис. 10), а другая — в центре цилиндрического сечения O, перпендикулярно к оси зуба.

Напряжения от сжимающей силы $P_{сж}$ на контуре зуба могут быть подсчитаны по следующей формуле:

$$\sigma_1 = \frac{P_{сж} \cos\alpha}{2brL_1(\cos\alpha - \cos\psi)} \tag{14}$$

Здесь

$$L_1 = \frac{\cos^2\psi}{\sin\psi} \ln \frac{\sin\frac{\psi+\alpha}{2}}{\sin\frac{\psi-\alpha}{2}} + \sin\alpha + \alpha\cos\psi \tag{15}$$

Эти формулы получены аналогично формулам (10) и (11). По выведенным формулам были подсчитаны теоретические напряжения и построены графики их изменений на контуре зуба. Оказалось, что в зоне возможного действия максимальных напряжений кривые теоретических и экспериментальных напряжений параллельны друг другу.

Однако расхождения в значениях теоретических и экспериментальных напряжений как в растянутой, так и в сжатой зонах зуба, достигают 15—20%.

В практике проектирования зубчатых передач, как правило, в расчет принимаются только напряжения, действующие в растянутой зоне зуба.

При исследовании установлено, что определение напряжений в растянутой зоне зуба можно производить по формуле (13) без учета напряжений от обратного изгибающего момента M и сжимающей силы $P_{сж}$. В этом случае (для зоны растяжения) получается достаточно точное совпадение результатов подсчета напряжений с опытными данными для всех исследованных зубьев, а сам расчет оказывается простым и удобным для практического использования.

Гипотеза позволяет достаточно точно определить сечение, в котором действует максимальное нормальное напряжение. Этого не дает ни один из существующих методов, основанных на гипотезе плоских сечений.

При определении напряжений опытным путем установлено, что максимальные напряжения в исследованных нами зубьях могут лежать на дуге сектора, ограниченного радиусами выкружки, составляющими углы 15° и 45° с линией, соединяющей центры выкружек, или, иначе говоря, на дуге выкружки, ограниченной точками 1 и 3, отложенными по дуге через каждые 10 *мм* от линии центров (рис. 4).

На дуге выкружки, ограниченной этими радиусами, и надлежит исследовать ряд точек для нахождения максимального напряжения.

При учете сил трения угол γ, входящий в формулу, для определения окружного усилия должен быть уменьшен или увеличен на угол трения, смотря по тому, что́ рассматривать—зуб ведущего или зуб ведомого колеса.

Пользуясь формулой (13), определены напряжения в точках 1, 2, 3 и 4 и некоторых промежуточных точках, лежащих на выкружке в зоне растяжения и проведены сравнения полученных результатов с опытными данными.

Результаты подсчетов и сравнений сведены в таблицу 2.

При определении напряжений в зубьях, обработанных реечным инструментом, в формулу (13) должен быть введен коэффициент η, определяемый из графика, изображенного на рис. 7.

Напряжение нагиба на рабочей части эвольвенты можно не определять, ибо на основании экспериментальных исследований можно заключить, что зубья любого зубчатого колеса, изготовленного в соответствии с ГОСТ 3058-45, в пределах рабочего профиля эвольвенты работают как брусья равного сопротивления. Исключения составляют короткие участки, близко расположенные к выкружке, где напряжения резко возрастают. Отношения этих напряжений к максимальным напряжениям в растянутой зоне выражаются в процентах следующим образом:

при $z = 14 - 24\%$,
при $z = 22 - 29\%$,
при $z = 36 - 39\%$,
при $z = \infty - 56\%$.

Таблица 2

Число зубьев Z	№№ точек	Полученные напряжения при $P_{1_н} = 6{,}5$ т, $\frac{кг}{см^2}$		Погрешности формулы в %	Примечание
		по формуле	по опытным данным		
14	1	1241	1248	— 0,56	max
	2	1233	1231	+ 0,2	
	3	1078	1098	— 1,8	
	4	906	900	+ 0,67	
22	1	1093	1065	+ 2,6	
	1—2	1112	1082	+ 2,7	max
	2	1084	1082	+ 0,2	
	3	977	998	— 2,1	
	4	837	815	+ 2,7	
36	1	925	899	+ 2,9	
	1—2	931	982	— 5,1	
	2	945	982	— 3,8	max
	2—3	896	982	— 8,8	
	3	849	932	— 8,9	
	4	732	750	— 2,4	
∞	2	735	732	+ 0,7	
	2—3	800	799	+ 0,12	max
	3	708	765	— 7,4	
	4	638	666	— 4,2	

Формула (13), вероятно, найдет применение при определении коэффициентов формы корригированных зубчатых колес с параметрами, не охваченными графиками В. Д. Андожского.

Следует оговориться, что исследований с укороченными зубьями проведено не было и применимости к ним полученных формул не установлено.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Верховский А. В.* — Новый способ определения напряжений в деталях сложной формы. Труды Горьковского политехнического института им. Жданова, т. IX, вып. 1, 1951.

2. *Верховский А. В.* — Гипотеза ломаных сечений и ее применение к расчету стержней сложной конфигурации. Известия Томского политехнического института, т. 61, вып. 1, 1947.

3. *Тимошенко С. П.* и *Бауд Р.* — Прочность зубьев шестерен. Мировая техника, Сборник „Конструкция шестерен и зубчатых передач", 1936.

4. *Цехнович Л. И.* — Исследование оптическим методом напряжения в зубьях. Журнал „Вестник машиностроения", № 7, 1947.

5. *Беспальцев И. И.* — Концентрация напряжений в зубьях шестерен. Автореферат диссертации, 1952.

6. *Коровчинский М. В.* — Статическая прочность зубьев шестерен. Труды семинара по прочности деталей машин, т. 1, вып. 1, изд. АН СССР, 1949.

7. *Андожский В. Д.* — Новый метод расчета зубьев на изгиб. Труды семинара по прочности деталей машин, т. 1, вып, 1, изд. АН СССР, 1949.

8. *Углицкая Л. Н.*—Коэффициенты прочности для прямозубых цилиндрических колес. Труды Ленинградского политехнического института, № 4, 1953.

9. *Кудрявцев В. Н.*—Упрощенные расчеты зубчатых передач. Машгиз, 1953.

10. *Ларионов М. В.*—Влияние точности изготовления на прочность зубчатых колес. Труды Горьковского политехнического ин-та им. Жданова, т. IX, вып. 2, 1954.

И. С. Панасевич,
кандидат технических наук

РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

Изучение процессов, протекающих в газогенераторах в наиболее раскаленных слоях топлива, сводится к изучению процесса газификации кокса паровоздушным дутьем. В настоящей работе излагается метод расчета процесса газификации слоя кокса при воздушном и паровоздушном дутье.

РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ КОКСА ПРИ ВОЗДУШНОМ ДУТЬЕ

Слои кокса, которые подвергаются газификации при воздушном дутье, можно мысленно разделить на две зоны: кислородную и восстановления. В кислородной зоне происходит соединение углерода кокса с кислородом дутья с одновременным образованием обоих окислов углерода. В результате этого поддерживается высокая температура (более 1100°С), которая обусловливает то, что там скорость сгорания кокса лимитируется поступлением газообразных компонентов к поверхности кусков, а не скоростью химического соединения компонентов [1]. Это обстоятельство определяет постоянство объема зоны вне зависимости от форсировки дутья. В конце кислородной зоны состав газов не находится в равновесном химическом состоянии.

В зоне восстановления углекислый газ соединяется с углеродом за счет тепла, которое выделилось при первичном реагировании углерода кокса с кислородом дутья. Этот процесс протекает до момента установления равновесного химического состава газов при температуре более низкой, чем в кислородной зоне. Слой топлива, где завершается рассматриваемый процесс, определяет конец зоны восстановления.

Скорость соединения углекислого газа с углеродом в зоне восстановления при недостаточной химической активности топлива может лимитироваться скоростью химического соединения компонентов. Опыт эксплуатации газогенераторов говорит о том, что в случае газификации реакционно неактивного топлива температурный уровень процесса поддерживается более высоким. Поэтому процесс восстановления углекислого газа, как и процесс первичного соединения углерода с кислородом, практически также определяется скоростью поступления

газа к поверхности кусков топлива. Подтверждением сказанному является то, что в большинстве газогенераторов вне зависимости от форсировки дутья все время поддерживается постоянный объем раскаленного топлива.

А. Вычисление состава газа и его температуры в конце кислородной зоны

В кислородной зоне протекают следующие химические реакции, возможные при соединении углерода с кислородом:

$C+O_2=CO_2$, . . . а
$2C+O_2=2CO$, . . . б
$CO_2+C=2CO$, . . . в
$2CO+O_2=2CO_2$. . . . г

Эти реакции в основном совершаются на поверхности кусков газифицируемого кокса со скоростью, которая лимитируется вынужденной диффузией кислорода к поверхности кусков через их окружающую ламинарную газовую пленку. Можно допустить, что под газовой пленкой на поверхности раскаленных кусков кокса химические реакции имеют громадные скорости, зависящие только от величины свободной энергии реакции.

На рис. 1 показана зависимость от температуры свободной энергии химических реакций [2]. Как видно, реакции „а“ и „б“ по сравнению с реакциями „в“ и „г“ в диапазоне температур, которые обычно бывают в кислородной зоне газогенераторов, имеют наибольшие значения свободной энергии и, следовательно, наибольшую „производительность“. Исходя из этого, установление окончательного состава газов в конце кислородной зоны определяется „производительностью“ химических реакций „а“ и „б“. Поэтому соотношение окислов углерода в конце кислородной зоны можно определить по следующему выражению:

$$\Pi=\frac{CO}{CO_2}=\frac{2A_p^{CO}}{A_p^{CO_2}}, \quad \ldots 1$$

где: A_p^{CO}, $A_p^{CO_2}$ — свободная энергия соответственно реакции образования окиси углерода, углекислого газа;

CO и CO_2—содержание в молях или в объемных долях окиси углерода и углекислого газа в конце кислородной зоны.

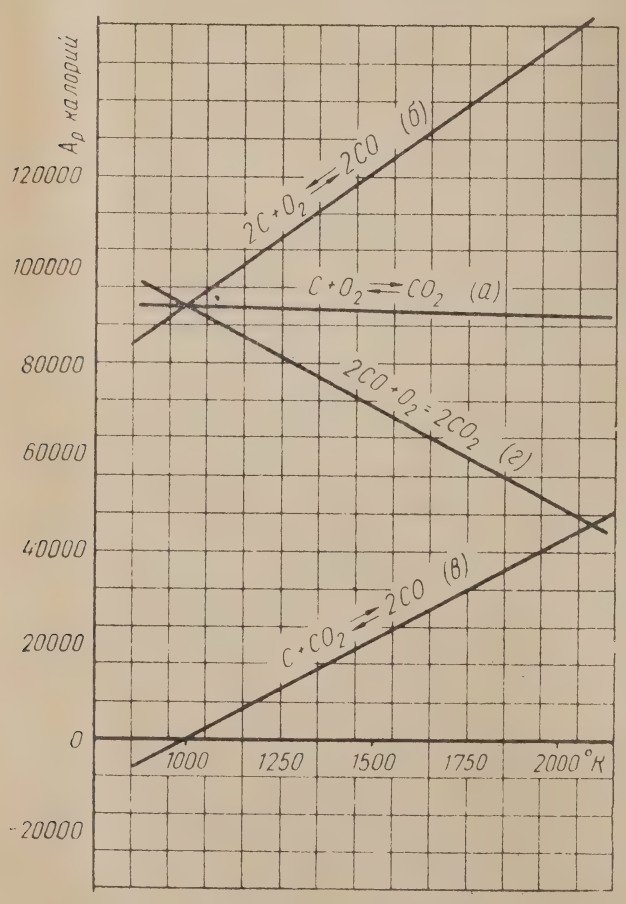


Рис. 1.

Свободные энергии образования окислов углерода подсчитываются по температуре, которая господствует в конце кислородной зоны, т. е. по наивысшей температуре процесса. Двойка в числителе поставлена из тех соображений, что на одну молекулу кислорода по реакции „а“ получается одна молекула углекислого газа, а по реакции „б“—две молекулы окиси углерода.

В интервале температур от 1100°K до 2000°K свободные энергии реакций „а“ и „б“ имеют примерно линейную зависимость от температуры. Поэтому при подсчете $П$ может быть использовано следующее выражение:

$$П = \frac{CO}{CO_2} = \frac{53438+41{,}099\ T_{кз}}{94312-0{,}941\ T_{кз}}, \qquad (2)$$

где $T_{кз}$ — температура в конце кислородной зоны в °K.

Наивысшую температуру процесса можно определить из баланса энергии кислородной зоны, который для $\frac{C}{12}$ молей углерода имеет следующий вид:

$$B_в \cdot C_{р\ возд} \cdot T_0 + \frac{C}{12} Q_у + Q_{вн} = (CO \cdot C_{рco} + CO_2 \cdot C_{р\ co_2} + N_2 \cdot C_{рN_2}) \cdot T_{кз} + CO \cdot Q_{co}, \qquad (3)$$

где: $C_{р\ возд}$, $C_{р\ co}$, $C_{р\ co_2}$, $C_{р\ N_2}$ — удельная теплоемкость соответственно воздуха, окиси углерода, углекислого газа, азота, в ккал/моль градус;

$B_в$ — количество воздуха, поступающего в кислородную зону для газификации углерода, в моль;

$Q_у$, Q_{co} — количество тепла, которое может быть выделено при сжигании соответственно одного моля углерода до углекислого газа, одной молекулы окиси углерода, в ккал/моль;

CO, CO_2, N_2—содержание в конце кислородной зоны окиси углерода, углекислого газа, азота, в моль;

T_0, $T_{кз}$ — температура соответственно окружающей среды и газов в момент их выхода из кислородной зоны, в °K;

$Q_{вн}$—потеря тепла зоной в окружающее пространство.

Внешний теплообмен кислородной зоны осуществляется в основном излучением, так как передача тепла в слое топлива соприкосновением невелика. В выражении (з) тепло, вносимое (отводимое) массой топлива и золы, учитывается членом $Q_{вн}$.

При определении $T_{кз}$ дополнительно к выражениям (2) и (3) следует использовать балансовое соотношение количества углерода:

$$CO + CO_2 = \frac{C}{12} \qquad (4)$$

или кислорода:

$$CO_2 + \frac{CO}{2} = O_2, \qquad (5)$$

а также то, что содержание азота как в дутье, так и в генераторном газе постоянно. В выражении (5) O_2 означает количество молей кислорода, которые пошли на образование окислов углерода.

Таким образом, с помощью соотношений (2) по (5) можно определить состав газов и их температуру в конце кислородной зоны.

Протяженность кислородной зоны определяется скоростью поглощения в слое кокса кислорода дутья. Если использовать аналогию между явлениями диффузии и теплопередачи, то момент полного поглощения кислорода определится тем моментом, когда воздух дутья нагреется до температуры конца кислородной зоны.

Китаев [3] предлагает подсчитывать объемный коэффициент теп-

лопередачи от раскаленного слоя из естественных кусковых материалов к потоку газа по следующему выражению:

$$K_0 = A.m \frac{v_г^{0,9} \cdot T^{0,3}}{d^{0,75}} \text{ ккал/м}^3 \text{ час. градус,} \quad (6)$$

где: A — коэффициент, зависящий от сорта топлива; для кокса и битуминозного угля он имеет значение 170, для антрацита—140;

m — коэффициент, зависящий от плотности укладки кусков; при порозности слоя 0,5 он примерно равен единице;

$v_г$ — скорость газов, которые пронизывают слой топлива; она определяется на полное сечение камеры газификации при температуре 0°C и давлении 760 мм р. с.;

T — температура поверхности кусков в °K;

d—средний линейный размер кусков в м.

Коэффициент теплопередачи, отнесенный к одному квадратному метру поверхности кусков, равен [3]:

$$K = K_0 \frac{d}{7,5(1-п)} \text{ ккал/м}^2 \text{ час. градус;} \quad (7)$$

здесь п — порозность слоя.

Практически выражениями 6 и 7 можно и не пользоваться, так как при любых форсировках дутья, любом топливе и размерах кусков протяженность кислородной зоны в газогенераторах постоянна и колеблется от двух до четырех кусков топлива среднего линейного размера.

Б. Вычисления скорости процесса восстановления углекислого газа в зоне восстановления

Состав газов, их температура в определенном слое и протяженность зоны восстановления определяются скоростью процесса соединения углекислого газа с углеродом на поверхности кусков топлива.

Скорость протекания химической реакции

$$CO_2 + C \rightleftarrows 2CO$$

в сторону образования окиси углерода

$$v_1 = k_1 \cdot [CO_2], \quad (8)$$

в сторону образования углекислого газа

$$v_2 = k_2 \ [CO]^2 \quad (9)$$

В этих выражениях: k_1 и k_2—константы скоростей химических реакций соответственно прямой и обратной;

$[CO]$ и $[CO_2]$ — концентрации окиси углерода и углекислого газа на поверхности кусков топлива.

При химическом равновесии скорость прямой реакции равна скорости обратной. Тогда:

$$k_1 \cdot [CO_2] = k_2 \cdot [CO]^2 \quad \text{или}$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[CO]^2}{[CO_2]} = \frac{1}{K_{p\ CO_2-CO}}. \quad (10)$$

В таблице № 1 приведены значения $K_{p\ CO_2-CO}$ в зависимости от изменения температуры.

Таблица 1

Температура °K	850	900	950	1000	1100	1200	1400
K_p CO_2-CO	14,5	4,17	1,26	0,5	0,1	1/47,9	1/426
$K_p H_2O-CO$	6,63	2,24	0,795	0,362			
K_p $H_2O \cdot CO - H_2 \cdot CO_2$	0,457	0,537	0,631	0,724			

При отсутствии равновесия в каждый момент времени углекислый газ будет восстанавливаться со скоростью:

$$v = v_1 - v_2.$$

Используя выражения (8) по (10), получим:

$$v = k_1\{[CO_2] - K_{р\ CO_2-CO} \cdot [CO]^2\} \qquad (11)$$

Концентрация газов у поверхности куска кокса также зависит от скорости поступления их диффузией через газовую и зольную оболочки, которые располагаются возле каждого куска (см. рис. 2). На поверхности зольной оболочки устанавливаются концентрации $[CO_2]_у$, $[CO]_у$, а на активной поверхности кокса $[CO_2]_х$, $[CO]_х$. Тогда суммарная скорость процесса может быть определена.

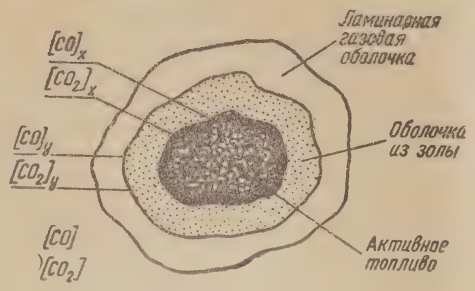


Рис. 2.

По скорости химической реакции

$$v_{суммарн} = K_1 \cdot \{[CO_2]_х - K_{р\ CO_2-CO} \cdot [CO]_х^2\}. \qquad (12)$$

По скорости подвода диффузией углекислого газа из объема между кусками кокса через ламинарную газовую оболочку к поверхности зольной оболочки.

$$v_{суммарн.} = K_д \cdot \{[CO_2] - [CO_2]_у\} \qquad (13)$$

По скорости отвода окиси углерода диффузией через ламинарную газовую оболочку в объем между кусками кокса

$$v_{суммарн.} = K_д \cdot \{[CO]_у - [CO]\} \qquad (14)$$

В выражениях (13) и (14) $K_д$ — коэффициент поглощения или газопередачи.

По скорости прохождения углекислого газа через зольную оболочку от ламинарной газовой к поверхности кокса

$$v_{суммарн.} = K_{зол.} \cdot \{[CO_2]_у - [CO_2]_х\} \qquad (15)$$

По скорости отвода диффузией окиси углерода от поверхности куска через зольную оболочку

$$v_{суммарн.} = K_{зол.}\{[CO]_х - [CO]_у\} \qquad (16)$$

Здесь $K_{зол.}$ — коэффициент скорости диффузией газов через зольную оболочку.

Скорость суммарного процесса восстановления углекислого газа определится в результате решения (12) по (16) уравнений и равна:

$$v_{суммарн.} = \frac{[CO_2] - K_{р\ CO_2-CO}\,[CO]^2}{\frac{1}{k_1} + \left(\frac{1}{K_д} + \frac{1}{K_{зол.}}\right)\left\{1 + K_{р\ CO_2-CO} \cdot v_{суммарн.}\left(\frac{1}{K_д} + \frac{1}{K_{зол.}}\right) + 2K_{р\ CO_2-CO}\,[CO]\right\}} \qquad (17)$$

Это соотношение можно представить в следующем виде:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{0{,}21 - 0{,}605 \cdot x - K_{р\ CO_2-CO} \cdot x^2}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_д}\left(1 + K_{р\ CO_2-CO} \cdot \frac{dx}{dt} \cdot \frac{1}{k_д} + 2 \cdot K_{р\ CO_2-CO} \cdot x\right)} \qquad (18)$$

Здесь обозначено:

$[CO] = x;$
$[CO_2] = 0{,}21 - 0{,}605 \cdot x;$
$d[CO] = dx;$

dt — элемент времени;

$$\frac{1}{k_д} = \frac{1}{K_д} + \frac{1}{K_{зол.}};$$

$$v_{суммарн.} = \frac{dx}{dt}.$$

Соотношение $[CO_2] = 0{,}21 - 0{,}605 \cdot x$ получено из следующих соображений.

В случае получения из кислорода воздушного дутья только углекислого газа мы имели бы 0,21 объемной доли углекислого газа. Однако наличие в смеси газов также и окиси углерода, вне зависимости от того, является ли он продуктом прямого горения углерода или восстановления образовавшегося углекислого газа, уменьшает его концентрацию на величину

$$\frac{0{,}21 + 1}{2} \cdot [CO].$$

Поэтому концентрация углекислого газа будет

$$[CO_2] = 0{,}21 - \frac{0{,}21 + 1}{2} \cdot [CO] = 0{,}21 - 0{,}605 \cdot x.$$

В общем виде уравнение (18) трудно решить относительно x. Решим его для частного случая, когда k_1 и $K_{зол.}$ равны очень большому значению, а $K_{р\,CO_2-CO} = 0$. В этом случае уравнение (18) примет вид:

$$\frac{dx}{dt} = K_д (0{,}21 - 0{,}605 \cdot x).$$

Его решение

$$K_д \cdot t = 3{,}8059 \cdot \lg \frac{1}{0{,}21 - 0{,}605 \cdot x} + C \qquad (19)$$

Постоянная интегрирования C определяется из условий конца кислородной зоны.

Уравнением (19) можно практически пользоваться при исследовании процесса газификации малозольных реакционно малоактивных сортов кокса в том случае, если температура не ниже 1000 — 1100°C. Для реакционно активных сортов кокса температурная граница снижается. Уравнение (19) также может быть использовано при исследовании процесса газификации многозольного кокса в начале зоны восстановления опрокинутого процесса газификации, так как там обычно куски еще не бывают окружены значительной зольной оболочкой.

В. Вычисление состава газа и его температуры по высоте зоны восстановления

На протекание процесса соединения углекислого газа с углеродом и на формирование температурного поля в зоне восстановления в основном влияет запас тепла, который несет с собой газ, покидающий кислородную зону. Это справедливо потому, что в слое топлива тепло излучением и соприкосновением передается плохо.

От кислородной зоны зоне восстановления передается следующее количество тепла:

$$T = (C_{р\,CO_2} \cdot CO_2 + C_{р\,CO} \cdot CO + C_{р\,N_2} \cdot N_2) \cdot T_{кз} + Q_{изл.} + Q_{сопр.} \qquad (20)$$

Оно расходуется на течение химической реакции восстановления углекислого газа, которая имеет отрицательный тепловой эффект, равный:

$$Q'' = -37533 - 3{,}829 \cdot T_г + 0{,}02715 \cdot T_г^2 + 0{,}63 \cdot 10^{-6} \cdot T_г^3 \text{ ккал/моль} \qquad (21)$$

Температуру в определенном слое топлива зоны восстановления можно определить из следующего уравнения:

$$Q-(CO_2-CO_2')\cdot Q''=(C_{p\,CO_2}\cdot CO_2'+C_{p\,CO}\cdot CO'+C_{p\,N_2}\cdot N_2')\cdot T' \quad (22)$$

В этих выражениях обозначено:

CO, CO_2, N_2 и CO', CO_2', N_2'—содержание окиси углерода, углекислого газа и азота соответственно в конце кислородной зоны и в рассматриваемом слое в молях;

$T_{кз}$ и T' — температура смеси газов в конце кислородной зоны и в рассматриваемом слое зоны восстановления;

$Q_{изл.}$ — тепло, передаваемое излучением от кислородной зоны в направлении зоны восстановления;

$Q_{сопр.}$—то же соприкосновением;

$T_г$ — температура газов в °K.

Внешний теплообмен в выражении (22) не рассматривается из-за его относительно небольшой величины.

Изменение концентрации окиси углерода и углекислого газа по времени можно подсчитать по уравнению 17, 18 или 19. В эти уравнения входят величины t и $K_д$, об определении значения которых сообщается ниже.

Время контакта газов с топливом при протекании их между двумя слоями можно определить по следующему соотношению:

$$t=\frac{v_з\cdot\cdot n3600\cdot 273}{\frac{M_1+M_2}{2}\cdot 22{,}4\cdot T_{ср}}=\frac{v_з\cdot n\cdot 87750}{(M_1+M_2)\cdot T_{ср}}\ \text{сек}, \quad (23)$$

где: $v_з$ —объем зоны восстановления между двумя рассматриваемыми слоями топлива в м³;

n — порозность слоя топлива;

M_1 и M_2 — число молей газов, проходящих в течение часа соответственно через первый и второй рассматриваемые слои топлива;

$T_{ср}$ — средняя температура газа между двумя рассматриваемыми слоями в °K.

Подсчет суммарного количества молей газов, проходящих через определенный слой зоны восстановления в течение часа, можно производить по следующему соотношению:

$$M=(1{,}21-CO_2)B_в\ \text{моль/час}. \quad (24)$$

Здесь: $B_в$—число молей воздуха, которые вводятся в слой топлива в течение часа;

CO_2 — содержание углекислого газа в данном слое в долях единицы от объема смеси газов.

Коэффициент поглощения $K_д$ на основании аналогии явлений теплопередачи и диффузии можно определить по выражению:

$$K_д=\frac{Nu\cdot D}{d}, \quad (25)$$

где: Nu — критерий Нуссельта;

D—коэффициент диффузии реагирующего газа через смесь нереагирующих газов;

d—размер куска кокса.

Чуханов З. Ф. и Шапатина Е. А. [4] на основании опытного материала установили связь между критериями Нуссельта и Рейнольдса при передаче тепла от газов к засыпке различных материалов при турбулентном потоке в следующем виде:

$$Nu=0{,}24\cdot Re^{0{,}83} \quad (26)$$

Величины, входящие в критерий Нуссельта и Рейнольдса, подсчитываются по температуре потока газов. Выражение (26) верно только

при числе Рейнольдса более 40, т. е. с момента перехода характера движения газа в слое от ламинарного в турбулентный. Для характеристики потока газов в слое вместо диаметра канала, по которому протекает газ, Чуханов и Шапатина вводят эквивалентный диаметр, который рекомендуют оценивать в зависимости от линейного размера куска топлива (см. таблицу 2).

Таблица 2

Наибольший линейный размер куска d мм	Порозность слоя n	Поверхность кусков в слое $П_0$ м²/м³	Величина эквивалентного диаметра $Д_{эк}$ мм
От 2 до 3	0,5	1200	3
От 4 до 5	0,514	650	5,4
От 6 до 7	0,52	430	8,4

Клибанова, Померанцев и Франк-Каменецкий [5] опытным путем определили коэффициент диффузии D углекислого газа в воздухе при различных температурах. Данные их опытов приводятся в таблице 3.

Таблица 3

Температура в°К	800	1000	1115	1200	1260
Коэффициент диффузии углекислого газа в воздухе D см²/сек	1,435	1,808	2,102	2,43	2,459

Коэффициент диффузии углекислого газа в смеси газов окиси углерода и азота почти такой же, как и в случае диффузии углекислого газа в воздухе. Если мы выразим размерность коэффициента диффузии в см²/сек, то по выражению 25 $K_д$ будет иметь размерность в см/сек. Для перехода оценки коэффициента поглощения $K_д$ от размерности см/сек к размерности 1/сек необходимо $K_д$ умножить на поверхность кусков топлива $П_0$ см²/см³, умещающихся в одном куб. сантиметре.

Совместным решением уравнений (22) по (26) и (18), а в частном случае с уравнением (19), можно определить состав газов и их температуру в любом слое зоны восстановления.

Г. Вычисление состава газа и его температуры в конце зоны восстановления

Протяженность зоны восстановления может быть определена из условия равенства времени контакта газов с топливом с временем протекания восстановления углекислого газа до равновесного химического состояния, когда $\frac{dx}{dt}=0$ (см. уравнения 18 и 19). К равновесному химическому состоянию состав газов приближается асимптотически. Это обстоятельство снижает точность определения протяженности зоны. Поэтому проще оценивать протяженность зоны восстановления, которая составляет от 11 до 13 кусков топлива среднего размера.

Для определения температуры и состава газов в конце процесса газификации можно использовать соотношение (22), присоединив к нему соотношение, указывающее на то, что реакция восстановления углекислого газа находится в равновесном химическом состоянии, а именно:

$$\frac{P^2_{CO}}{P_{CO_2}} = K_{р\ CO_2-CO}, \qquad (27)$$

где P_{CO} и P_{CO_2}—парциальные давления окиси углерода и углекислого газа.

$$P_{CO} = \frac{CO'}{M_{зв}}, \tag{28}$$

$$P_{CO_2} = \frac{CO'_2}{M_{зв}}. \tag{29}$$

Здесь $M_{зв}$ — общее количество газов в конце зоны восстановления.

$$M_{зв} = CO' + CO'_2 + N'_2 \tag{30}$$

Зависимость величины $K_{p\,CO_2-CO}$ от температуры $T°$ K имеет следующий вид:

$$K_{p\,CO_2-CO} = -\frac{8947.7}{T} + 2,4673 \cdot \lg T - 0,0010824 \cdot T + 0,116 \cdot 10^{-6} + 2,772 \tag{31}$$

РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ КОКСА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СИЛОВОГО ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА

А. Вычисление состава газа и его температуры в конце кислородной зоны

Как показывает опытный материал [9], пары воды в кислородной зоне не вступают в химические реакции, а только нагреваются. Это обстоятельство позволяет использовать вышеописанную методику расчета процесса газификации и на случай паровоздушного дутья, вводя в выражение (3) дополнительную величину:

$$Q_{вп} = B_{вп} \cdot C_{pH_2O} \cdot (T_{кз} - T_0), \tag{32}$$

где: $Q_{вп}$—тепло, идущее на нагрев водяных паров в кислородной зоне от температуры дутья T_0 до температуры конца кислородной зоны $T_{кз}$;

$B_{вп}$ — вес поступающих водяных паров;

C_{pH_2O} — теплоемкость водяных паров.

Все остальные рассуждения и расчеты такие же, как и при воздушном дутье.

Рассмотрим процесс газообразования кокса в кислородной зоне при поступлении в нее одновременно с воздушным дутьем также газообразных продуктов сухой перегонки и подсушки топлива.

Предположим, что при этом в кислородной зоне наблюдается следующее.

1. Продукты сухой перегонки топлива полностью распадаются или сгорают и образуют окислы углерода и воду.

2. Пары воды, выделяющиеся при подсушке топлива и разложении летучих, в кислородной зоне не вступают в химические реакции, а только нагреваются.

3. Соотношения окислов углерода, образующихся из углерода кокса и летучих, к концу кислородной зоны подчиняются соотношениям 1 и 2.

4. Топливо не содержит серы и азота.

На основании этих предположений можно написать соотношения, позволяющие определить температуру и состав газов в конце кислородной зоны.

На каждый килограмм органической массы топлива, расщепленной на летучие и кокс, содержащей c кг углерода, $н$ кг водорода и o кг кислорода, вводится в кислородную зону $в$ кг воды с влагой топлива или паровоздушного дутья. К концу кислородной зоны образуется

CO молей окиси углерода, CO_2 моля углекислого газа, H_2O молей воды и остается неизменным количество N_2 молей воздушного дутья.

В этом случае отношение окислов углерода в конце кислородной зоны также определяется по выражению (2).

Баланс энергии для одного килограмма органической массы топлива будет:

$$(B_в \cdot C_{р\ возд.} + в \cdot C_{рH_2O}) \cdot T_0 + Q_{то} + Q_{вн} = (CO \cdot C_{р\ CO} + CO_2 \cdot C_{р\ CO_2} + H_2O \cdot C_{рH_2O} + N_2 \cdot C_{р\ N_2}) \cdot T_{кз} + CO \cdot Q_{CO} + 18 \cdot 600 \cdot H_2O + \left[(CO_2 - CO_2') + \frac{c_{пот}}{12} \right] \cdot Q_у \quad (33)$$

Здесь дополнительно обозначено (см. выражение 3):

$Q_{то}$ — высшая теплотворная способность сухой органической массы топлива в ккал/кг;

$C_{рH_2O}$ — теплоемкость паров воды в ккал/моль градус;

CO_2' — содержание углекислого газа в конце зоны восстановления в моль/кг топлива;

$c_{пот}$ — потеря углерода топлива на каждый килограмм органической массы топлива с уносом, провалом и выгребом в килограммах.

Углерод топлива в кислородную зону поступает с углеродом летучих $c_л$ кг и кокса $c_к$ кг, причем часть кокса затем поступает в зону восстановления. Баланс количества углерода (в молях) кислородной зоны имеет следующий вид:

$$CO_2 + CO = \frac{c_л}{12} + \left\{ \frac{c_к}{12} - \left[(CO_2 - CO_2') + \frac{c_{пот}}{12} \right] \right\} \quad (34)$$

Кроме того:

$$c = c_к + c_л; \quad (35)$$

$$H_2O = \frac{н}{2} + \frac{в}{18}; \quad (36)$$

$$CO_2 + \frac{CO}{2} + \frac{H_2O}{2} = \frac{21}{79} N_2 + \frac{о}{32} + \frac{в}{36} \quad (37)$$

Протяженность кислородной зоны определяется как и при воздушном дутье.

Б. Вычисление состава газа и его температуры в конце процесса газификации

Для зоны восстановления при получении силового газа из-за сложности процессов трудно составить уравнения, описывающие изменение состава газа и его температуру по высоте слоя топлива. Однако можно определить состав газа и его температуру в конце процесса газификации, составив баланс энергии и материи всего слоя и учитывая то, что протекание химических реакций направлено в сторону установления равновесного химического состава газов. Калиш Г. Г. [6] на основании этих предпосылок вывел соотношения, по которым можно определить состав газа и его температуру в конце опрокинутого процесса газификации, исходя из состава топлива и дутья с учетом потерь тепла от слоя. При выводе он не учитывал наличия в генераторном газе метана, тяжелых углеводородов и кислорода.

Содержание окиси углерода в молях в генераторном газе Калиш рекомендует подсчитывать по соотношению:

$$CO = \frac{2\frac{c}{12}B'}{\frac{K_{p\,CO_2-CO}}{K_{p\,H_2O-CO}}\left(\frac{н}{2}+\frac{в}{18}\right)-2\cdot B'\left(1-\frac{K_{p\,CO_2-CO}}{K_{p\,H_2O-CO}}\right)}, \qquad (38)$$

где:

$$B' = \frac{100}{79}\cdot\frac{c}{12}+\frac{121}{158}\left(\frac{н}{12}+\frac{в}{18}\right)-\left(\frac{о}{32}+\frac{b}{36}\right)-\frac{21}{79}\left(K_{p\,CO_2-CO}\right)\left(\frac{CO^2}{\frac{c}{12}-CO}\right)-\frac{CO}{2}.$$

Здесь обозначения те же, что и в предыдущем разделе за тем исключением, что у составляющих генераторного газа отсутствует значок „прим". Значения констант $K_{p\,CO_2-CO}$ и $K_{p\,H_2O-CO}$ при различных температурах приведены в таблице 1.

После определения окиси углерода количество молей углекислого газа находится из баланса углерода:

$$CO_2 = \frac{c}{12} - CO \qquad (39)$$

Количество молей водорода подсчитывается из условия равновесия реакции водяного газа и баланса водорода, а именно:

$$K_{p\,H_2O\cdot CO-H_2\cdot CO_2} = \frac{CO\cdot H_2O}{CO_2\cdot H_2} \qquad (40)$$

Значения константы $K_{p\,H_2O\cdot CO-H_2\cdot CO_2}$ при различных температурах приведены в таблице 1.

Баланс водорода:

$$H_2 + H_2O = \frac{н}{2}+\frac{в}{18} \qquad (41)$$

Содержание молей азота определится из баланса кислорода:

$$CO_2+\frac{CO}{2}+\frac{H_2O}{2}=\frac{21}{79}N_2+\frac{о}{32}+\frac{в}{36} \qquad (42)$$

Температура конца процесса определится из баланса энергии всего объема слоя, составленного по высшей теплотворной способности 1 кг топлива.

$$(B_в\cdot C_{p\,возд.}+B\cdot C_{p\,H_2O})\,T_0+Q_{то}+Q_{вн}=[(CO+H_2+N_2)\,C_{p\,2ат}+CO_2\cdot C_{p\,CO_2}+$$
$$+H_2O\cdot C_{p\,H_2O}]\,T_{зв}+CO\cdot Q_{CO}+H_2\cdot Q_{H_2}+18\cdot 600\cdot H_2O \qquad (43)$$

Здесь дополнительно обозначено (см. выражения 3,34):

B—присадка водяных паров кг/кг топлива;

$C_{p\,2ат}$ — удельная теплоемкость двухатомных газов в ккал/моль градус;

Q_{H_2} — теплотворная способность водорода в ккал/моль.

Поляков И. И. [6] на основании работы Калиш Г. Г. построил графики (см. рис. 3 по 6), позволяющие определить при газификации кокса содержание в генераторном газе CO, CO_2, H_2, H_2O, N_2 в зависимости от присадки паров воды B кг/кг топлива и температуры конца процесса газификации — $T_{зв}$ °K. Им же построены кривые (см. рис. 7), представляющие собой суммы правой части балансового уравнения (43) при различных значениях $T_{зв}$ и B. Эти кривые можно использовать для определения $T_{зв}$.

Для нахождения температуры конца процесса газификации следует подсчитать несколько значений левой части балансового уравнения (43) при разных $T_{зв}$ и постоянном B. Затем результаты подсчетов следует отметить на рис. 7 и провести через эти точки кривую. Пе-

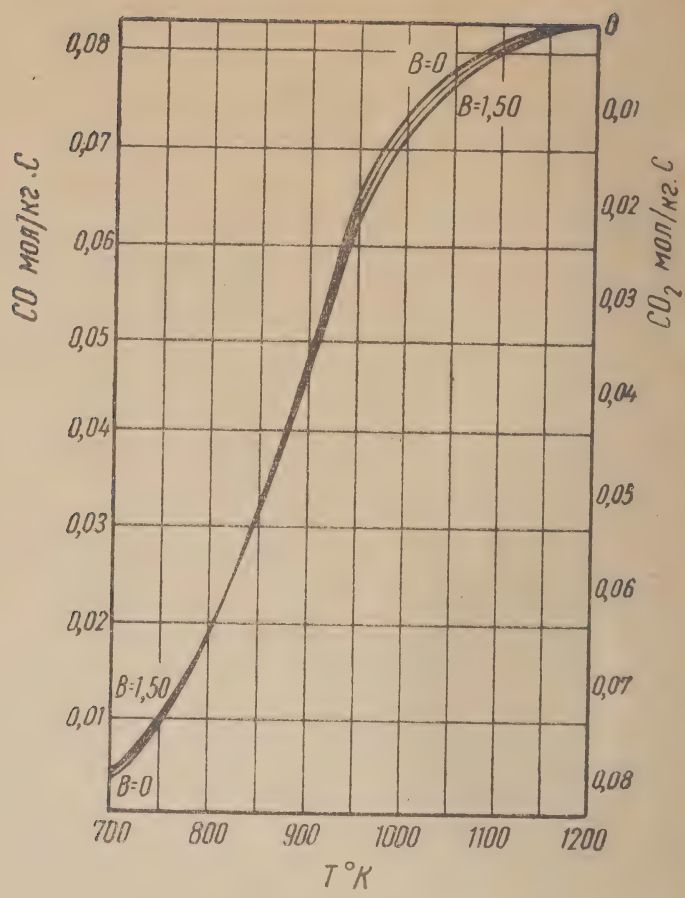

0,08
0,07
0,06
0,05
0,04
0,03
0,02
0,01
CO моя/кг.С
0
0,01
0,02
0,03
0,04
0,05
0,06
0,07
0,08
CO_2 моп/кг.С
B=0
B=1,50
B=1,50
B=0
700
800
900
1000
1100
1200
T°K

Рис. 3.

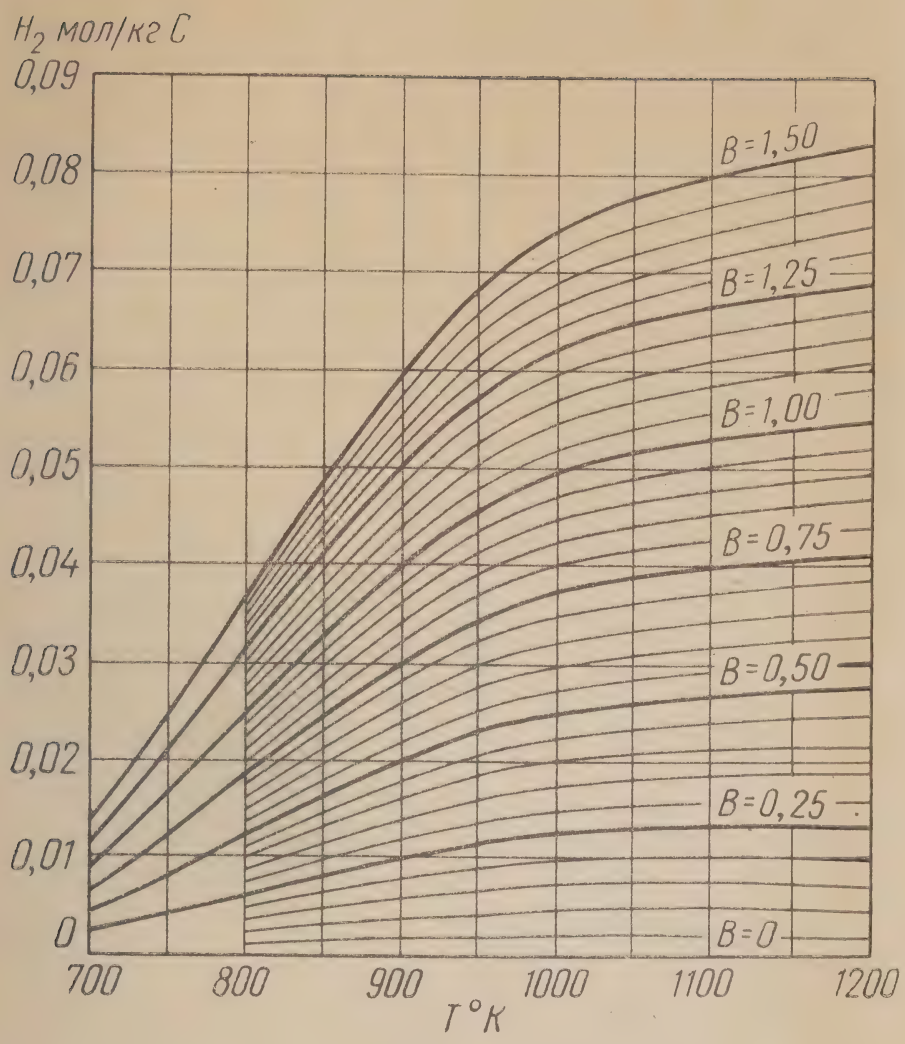

H_2 мол/кг C
0,09
0,08
0,07
0,06
0,05
0,04
0,03
0,02
0,01
0
B=1,50
B=1,25
B=1,00
B=0,75
B=0,50
B=0,25
B=0
700
800
900
1000
1100
1200
T°K

Рис. 4.

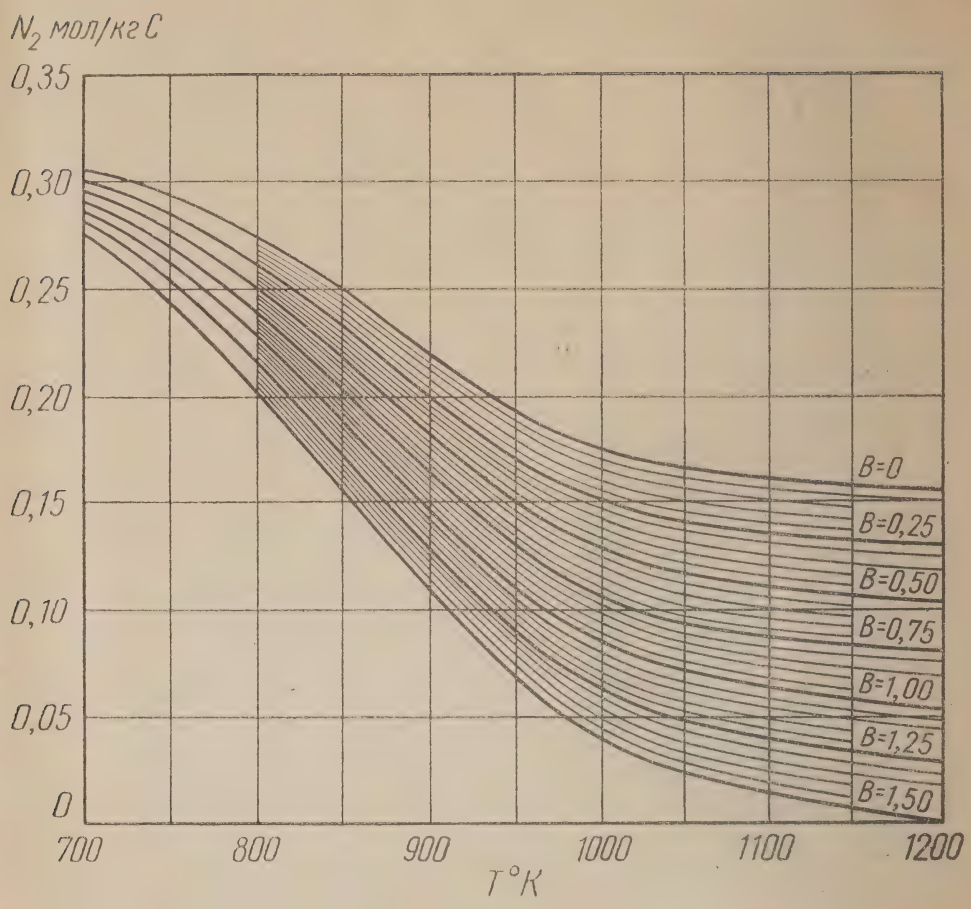

N_2 мол/кг С
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0
700
800
900
1000
1100
1200
T°K
B=0
B=0,25
B=0,50
B=0,75
B=1,00
B=1,25
B=1,50

Рис. 5.

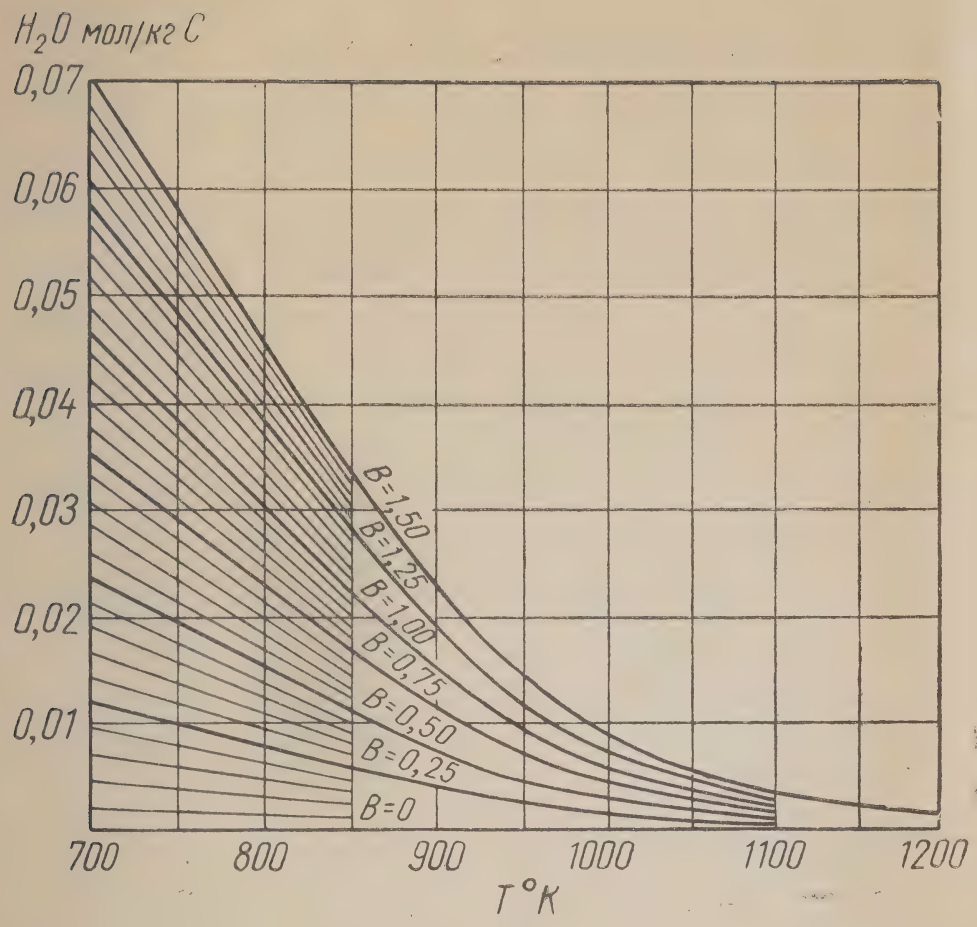

H_2O мол/кг C
0,07
0,06
0,05
0,04
0,03
0,02
0,01
B=1,50
B=1,25
B=1,00
B=0,75
B=0,50
B=0,25
B=0
700
800
900
1000
1100
1200
T°K

Рис. 6.

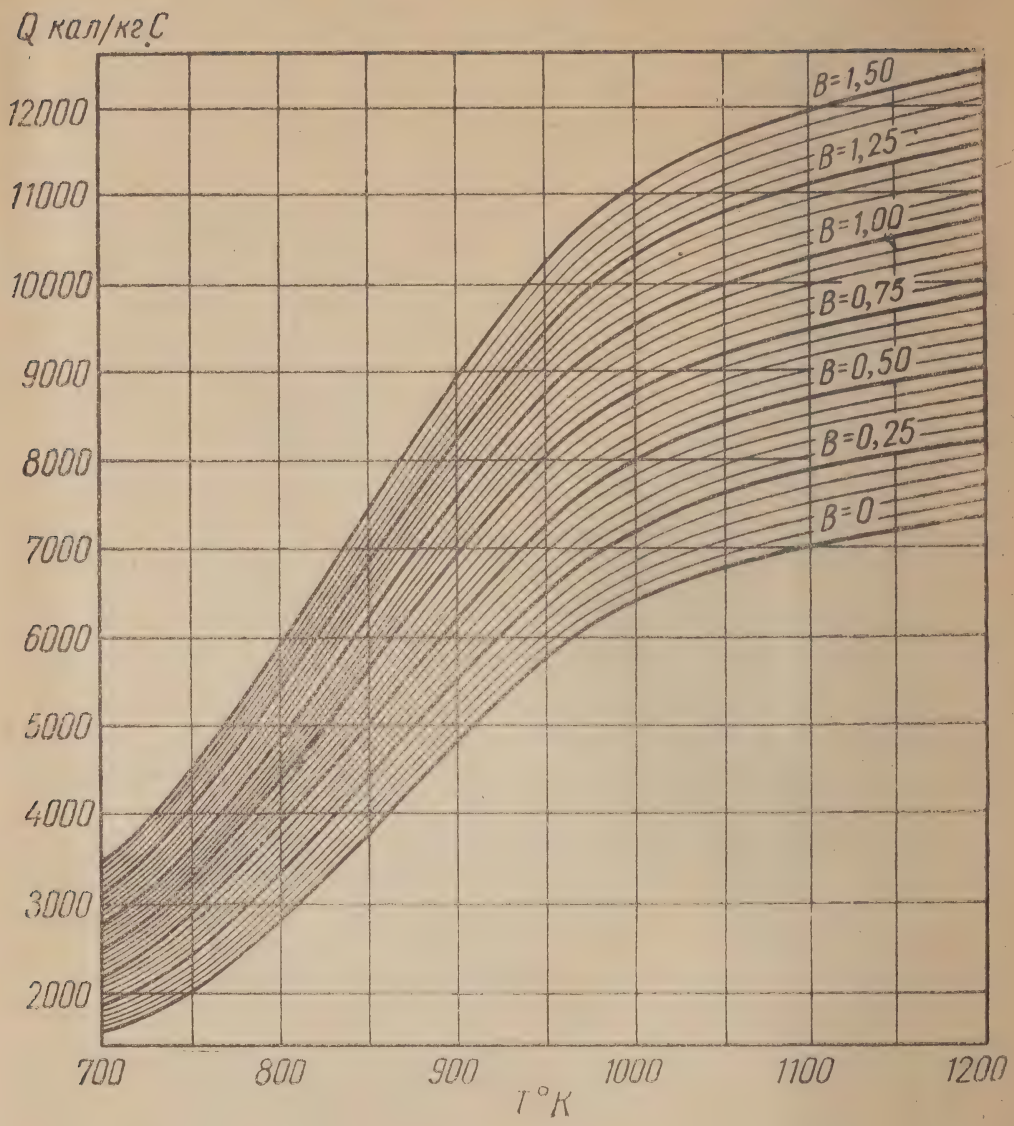

Q кал/кг С
12000
11000
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
700
800
900
1000
1100
1200
T °K
B=1,50
B=1,25
B=1,00
B=0,75
B=0,50
B=0,25
B=0

Рис. 7.

ресечение этой кривой с кривой постоянного значения B определит температуру $T_{зв}$ при данном B. После чего оценивается суммарная протяженность зон кислородной и восстановления на основании данных опытов, т. е. 13—15 кусков топлива среднего размера.

ПРИМЕР РАСЧЕТА ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОДНОГО УГЛЯ ПРИ ВОЗДУШНОМ ДУТЬЕ

Произведем расчет процесса газификации слоя электродного угля с размером кусков от 2,6 до 3,7 мм. Воздух поступает сверху слоя, газы отсасываются снизу (см. рис. 8). Расход воздуха $B_в = 53$ кг/час,

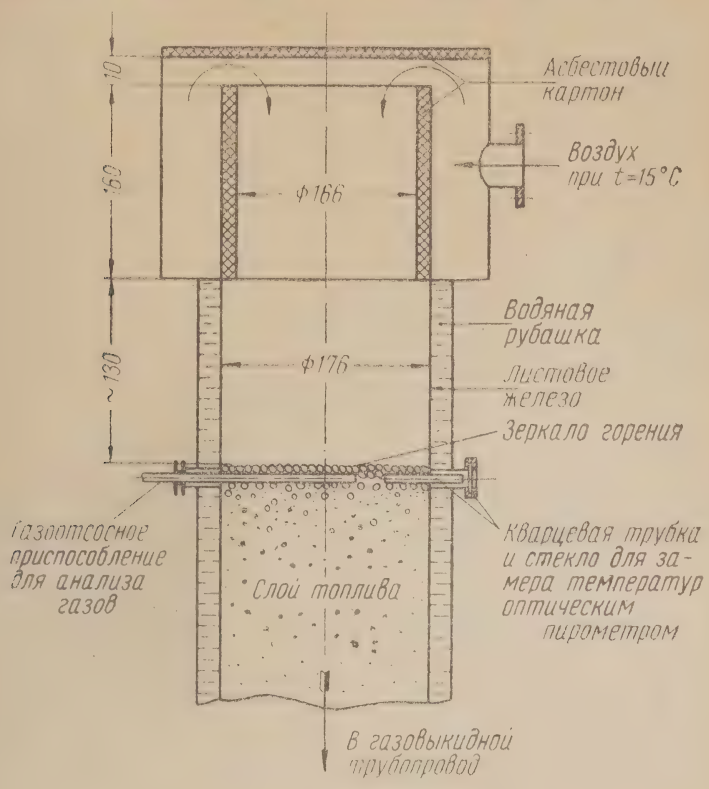


Рис. 8.

его температура $T_0 = 288°K$. Камера газификации изготовлена из листового железа и имеет водяное охлаждение, ее диаметр $D_к = 176$ мм.

Расчет процесса произведем методом попыток. Оценим наивысшую температуру $T_{кз} = 1623°K$ и по выражению (2) вычислим соотношение окислов углерода в конце кислородной зоны:

$$П = \frac{CO}{CO_2} = \frac{53438 + 41{,}099 \cdot 1623}{94312 - 0{,}941 \cdot 1623} = 1{,}2948.$$

Баланс количества кислорода:

$$CO_2 + \frac{П \cdot CO_2}{2} = B_в \cdot 0{,}21; \quad CO_2 + \frac{1{,}2948 \cdot CO_2}{2} = \frac{53 \cdot 0{,}21}{1{,}29 \cdot 22{,}4} = 1{,}8304 \cdot 0{,}21$$

Откуда определится состав газа в конце кислородной зоны:
$CO_2 = 0{,}2333$ моль/час $= 11{,}75\%$,
$CO = 0{,}3021$ моль/час $= 15{,}25\%$,
$N_2 = 1{,}8304 \cdot 0{,}79 = 1{,}446$ моль/час $= 73\%$.

Баланс количества углерода:

$$CO_2 + CO = \frac{c}{12}; \quad 0{,}2333 + 0{,}3021 = \frac{c}{12}.$$

Откуда определится расход углерода в кислородной зоне: $c = 6{,}425$ кг/час $= 0{,}5354$ моль/час. Расход электродного угля будет: $B_{эу} = 6{,}425 \frac{100}{98{,}63} = 6{,}52$ кг/час., так как он состоит из: углерода —98,63%, золы 1,01%, остальное—влага.

Протяженность кислородной зоны H определится из следующего соотношения:

$$H = \frac{B_в \cdot C_{р\,возд.}}{\frac{3{,}14 \cdot D_к}{4} \cdot K_0} = \frac{53 \cdot 0{,}282}{0{,}0243 \cdot 77800} = 7{,}9 \text{ мм}.$$

Объемный коэффициент теплопередачи определялся следующим образом:

$$K_0 = A \cdot m \frac{v_г^{0.9} \cdot T_{кз}^{0,3}}{D^{0,75}} = 170 \cdot 1 \frac{\left(0{,}49 \frac{273}{288}\right)^{0,9} \cdot 1623^{0,3}}{0{,}00217^{0,75}} = 77800 \text{ ккал/м}^3 \text{ час. градус.}$$

Размер куска угля $D = 0{,}7 \cdot \frac{2{,}6 + 3{,}7}{2} = 2{,}17$ мм.

Здесь коэффициент 0,7 учитывает степень выгорания кусков угля.

Правильность оценки температуры $T_{кз}$ проверим по сходимости баланса энергии кислородной зоны.

Приход энергии в кислородную зону

1. С теплом массы воздуха:

$$B_в \cdot C_{р\,возд.} \cdot T_0 = 1{,}8304 \cdot 6{,}843 (288 - 273) = 187{,}5 \text{ ккал/час.}$$

2. С теплотворной способностью углерода:

$$\frac{c}{12} Q_у = 0{,}5354 \cdot 97800 = 52364 \text{ ккал/час.}$$

В сумме поступление составляет 52551,5 ккал/час.

Расход энергии кислородной зоной

1. На излучение. Излучающая поверхность представляет собой цилиндр $H = 7{,}9$ мм, $D_к = 176$ мм, выложенный из шариков-кусков диаметром порядка 3 мм. Положим, что они все равномерно нагреты до температуры конца кислородной зоны, за исключением шариков, образующих зеркало горения и боковые стенки. Температуру последних оценим равной $T'_{кз} = 1583°K$. С боковых стенок и зеркала горения кислородной зоны тепло излучается на охлаждаемые водой стенки камеры газификации, которые имеют температуру порядка $T'_0 = 358°K$. На основании опытов Саввинова [7] можно принять температуру шариков первого ряда зоны восстановления на 40° ниже, чем в конце кислородной зоны, т. е. $T'_{зв} = 1583°K$.

Излучение тепла вовне кислородной зоны происходит с полусфер и в промежутки между отдельными шариками наружного слоя от внутренних шариков. После несложных подсчетов получим:

Поверхность полусфер, расположенных на зеркале горения и боковой поверхности кислородной зоны, равна $П_1 = 4483 \cdot 10^{-5}$ м². Поверхность промежутков между отдельными шариками наружного слоя равна $П_2 = 6128 \cdot 10^{-6}$ м². Поверхность полусфер и промежутков между отдельными шариками наружного слоя, расположенных на стыке зон кислородной и восстановления, равна $П_3 = 4342 \cdot 10^{-5}$ м².

Если положить, что лучистый теплообмен в нашем случае происходит как между отдельными парами параллельных плоскостей, то приведенные коэффициенты излучения будут: между слоем топлива и окисленным железом $C'_{пр} = 3{,}05$ ккал/час м² °K, а между двумя слоями топлива $C''_{пр} = 3 \cdot 22$ ккал/час. м² °K. При вычислении принята степень черноты полного нормального излучения кусков угля $e_1 = 0{,}736$, а для окисленного железа $e_2 = 0{,}786$ [10].

Потерю тепла излучением можно подсчитать по следующему выражению:

$$C'_{пр}\left\{\Pi_1\left[\left(\frac{T_{кз}}{100}\right)^4 - \left(\frac{T'_0}{100}\right)^4\right] + \Pi_2\left[\left(\frac{T'_{кз}}{100}\right)^4 - \left(\frac{T'_0}{100}\right)^4\right]\right\} + C''_{пр} \cdot \Pi_3\left[\left(\frac{T_{кз}}{100}\right)^4 - \right.$$

$$\left. - \left(\frac{T'_{зв}}{100}\right)^4\right] = 3{,}05 \cdot \left\{4483 \cdot 10^{-5}\left[\left(\frac{1623}{100}\right)^4 - \left(\frac{353}{100}\right)^4\right] + 6128 \cdot 10^{-6}\left[\left(\frac{1583}{100}\right)^4 + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \left(\frac{353}{100}\right)^4\right]\right\} + 3{,}22 \cdot 4342 \cdot 10^{-5}\left[\left(\frac{1623}{100}\right)^4 + \left(\frac{1583}{100}\right)^4\right] = 10620 \text{ ккал/час.}$$

2. Уходит с теплом массы газов

$$(CO \cdot C_{р\,CO} + CO_2 \cdot C_{р\,CO_2} + N_2 \cdot C_{р\,N_2}) \cdot T_{кз} = (0{,}3021 \cdot 7{,}75 + 0{,}2333 \cdot 12{,}34 +$$

$$+ 1{,}446 \cdot 7{,}66) \cdot (1623 - 273) = 22000 \text{ ккал/час.}$$

3. В виде связанной химической энергии

$$CO \cdot Q_{CO} = 0{,}3021 \cdot 68000 = 20543 \text{ ккал/час.}$$

В сумме расход составляет 53163 ккал/час.

Несходимость баланса на $\frac{53163 - 52551{,}5}{52551{,}5} \cdot 100 = 1{,}16\%$ допустима.

Определим состав газа и его температуру в слое угля зоны восстановления, отстоящем на расстоянии 40,6 мм от зеркала горения. Оценим содержание углекислого газа в рассматриваемом слое $CO_2 = 3\%$, а температуру $T_2 = 1333°K$.

Время контакта газов при их протекании от конца кислородной зоны до рассматриваемого слоя определится по выражению (23):

$$t = \frac{V_з \cdot n \cdot 87750}{(M_1 + M_2)\, T_{ср}} = \frac{0{,}0243 \cdot [0{,}0406 - 0{,}0079) \cdot 0{,}5 \cdot 87750}{(2 + 2{,}1599)\, \frac{1623 + 1333}{2}} = 0{,}0057 \text{ сек.}$$

M_1 и M_2 вычислялись по выражению (24).

Средняя скорость газов в рассматриваемом объеме, считая на полное сечение камеры газификации, равна:

$$v_г = \frac{M_1 + M_2}{2} \cdot 22{,}4 \cdot \frac{T_{ср}}{273 \cdot 3600\, \frac{3{,}14 \cdot D_к^2}{4}} = \frac{2 + 2{,}1599}{2}\, 22{,}4\, \frac{\frac{1623 + 1333}{2}}{273 \cdot 3600 \cdot 0{,}0243} =$$

$= 2{,}87$ м/сек.

Значение критерия Nu можно подсчитать по выражению (26):

$$Nu = 0{,}24 \cdot Re^{0{,}83} = 0{,}24\left(\frac{V_г \cdot D_{эк}}{V}\right)^{0{,}83} = 0{,}24\left(\frac{2{,}87 \cdot 0{,}0035 \cdot 10^6}{233}\right)^{0{,}83} = 5{,}4449.$$

Здесь V—вязкость газа.

Коэффициент поглощения равен (см. выражение 25):

$$K_д = \frac{Nu \cdot D}{D_{эк}} = \frac{5{,}4449 \cdot 2{,}43}{0{,}35} = 37{,}8 \text{ см/сек; } K_д \cdot \Pi_0 = 37{,}8 \cdot 10{,}4 = 393 \text{ 1/сек.}$$

Значения Π_0, $D_{эк}$, D брались из таблиц 2 и 3.

Для определения CO' можно применить выражение (19):

$$K_д = 3{,}8059 \cdot \lg \left(\frac{1}{0{,}21 - 0{,}605 \cdot CO'}\right) + C;$$

$$393 \cdot 0{,}0057 = 3{,}8059 \cdot \lg \left(\frac{1}{0{,}21 - 0{,}605 \cdot CO'}\right) - 3{,}536,$$

откуда $CO' = 29{,}7\%$ или $CO' = 0{,}6436$ моль/час.

Константа интегрирования C определялась из условий конца кислородной зоны, т. е. при $CO = 15{,}25\%$ и $= 0$.

Содержание углекислого газа будет:

$$CO'_2 = 100 \cdot (0{,}21 - 0{,}605 \cdot 0{,}297) = 3\% = 0{,}0648 \text{ моль/час.}$$

Правильность оценки содержания углекислого газа CO'_2 и температуры T_2 в рассматриваемом слое проверим по сходимости баланса тепла.

Приход тепла в рассматриваемый объем зоны восстановления

1. Передается излучением:

$$C''_{пр} \cdot П_з \left[\left(\frac{T_{кз}}{100}\right)^4 - \left(\frac{T'_{зв}}{100}\right)^4\right] = 3{,}22 \cdot 4342 \cdot 10^{-5} \left[\left(\frac{1623}{100}\right)^4 - \left(\frac{1583}{100}\right)^4\right] =$$

$$= 920 \text{ ккал/час.}$$

2. Вносится с теплом массы газов 22000 ккал/час (см. выше).

В сумме поступление составляет 22920 ккал/час.

Из рассматриваемого объема тепло расходуется:

1. На протекание реакции восстановления углекислого газа:

$$(CO_2 - CO'_2) \cdot Q'' = (0{,}2333 - 0{,}0648) \cdot 36321 = 6120 \text{ ккал/час.}$$

2. Уходит с теплом массы газов:

$$(CO' \cdot C_{p\,CO} + CO'_2 \cdot C_{p\,CO_2} + N_2 \cdot C_{p\,N_2})\, T_2 = (0{,}6436 \cdot 7{,}586 + 0{,}0648 \cdot 11{,}856 +$$

$$+ 1{,}446 \cdot 7{,}5)\,(1333 - 273) = 16750 \text{ ккал/час.}$$

Если положить потерю тепла в окружающее пространство в 50 ккал/час, то баланс тепла полностью сходится.

Колодцев Х. И. [8] проводил опыты по газификации слоя из кусков электродного угля размером от 2,6 до 9 мм при скорости воздушного дутья от 0,11 до 2 м/сек, считая на дутье при 15°C и полное сечение камеры. Устройство опытной камеры показано на рис. 8.

На рис. 9 нанесены результаты вышеприведенных расчетов и опытов Колодцева Х. И. под номерами 38 и 40 (по его нумерации). Как видно, наблюдается сходимость расчетного материала с опытным.

На рис. 10 по 13 нанесены результаты других опытов Колодцева Х. И. с указанием соотношения окислов углерода в конце кислородной зоны. Эти соотношения в зависимости от температуры нанесены на рис. 14, на котором также нанесены отношения окислов углерода, вычисленные по выражению (2) согласно наивысшей температуры процесса.

Рис. 14 показывает, что в интервале температур от 1250 до 1900°K наблюдается совпадение значений $П$ и $П'$.

Отклонения при низких температурах являются следствием того, что еще влияют каталитические свойства топлива и газов на формирование соотношения $\frac{CO}{CO_2}$. Если исходить из данных опытов Грод-

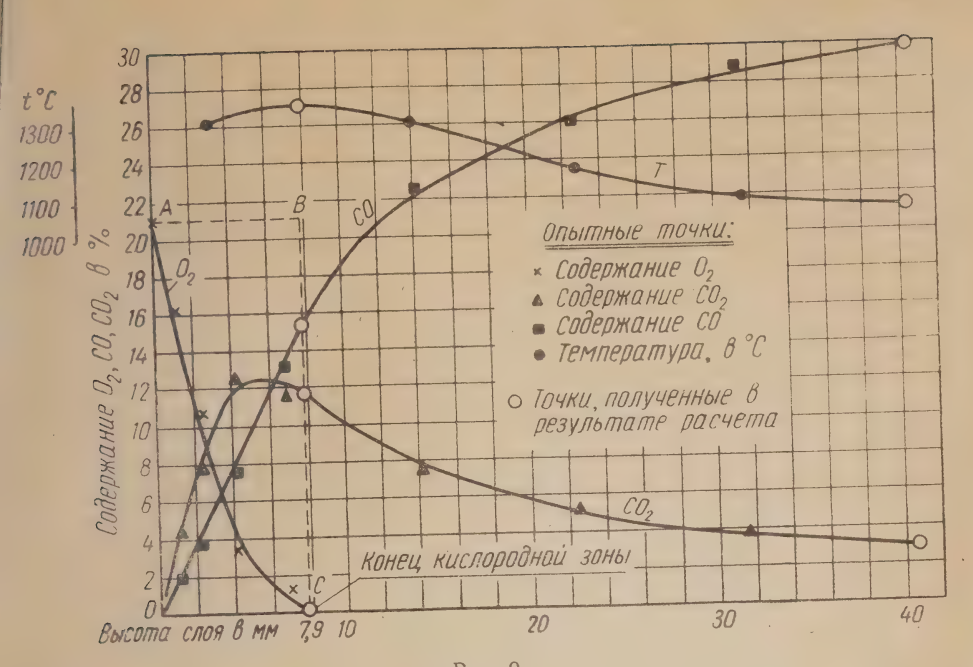


Рис. 9.

зовского М. К. [1], то прекращение этого влияния в условиях кислородной зоны происходит при температуре 1250°K.

Отклонения при высоких температурах можно объяснить погрешностями во время проведения опытов на форсированных режимах и диссоциацией углекислого газа.

Пример расчета процесса газификации полукокса при паровоздушном дутье

Произведем расчет процесса газификации полукокса, вырабатываемого из каменного угля Журинского пласта Ленинского месторождения Кузнецкого бассейна, в газогенераторе опрокинутого процесса газификации. Паровоздушное дутье подводится через фурмы, которые расположены в одной плоскости в цилиндрической камере газификации, имеющей огнеупорную футеровку. Расход полукокса $B_т = 476{,}5$ кг/час, его теплотворная способность $Q^р_н = 6612$ ккал/кг, влажность $B_р = 8\%$, зольность $A_с = 8\%$; состав органической массы: $C_0 = 91{,}4\%$, $H_0 = 2{,}2\%$, $O_0 = 3{,}5\%$, $N_0 = 2{,}3\%$, серы $= 0{,}6\%$. Размер кусков 30 мм. Расход воздуха $B_в = 1762$ кг/час $= 60{,}9$ моль/час. Расход пара $B_п = 156{,}3$ кг/час или $B = 0{,}328$ кг/кг полукокса. Температура паровоздушного дутья $T_0 = 323°K$.

В. Вычисление состава газа и его температуры в конце кислородной зоны

Из полукокса к моменту поступления в кислородную зону окончательно изгоняются летучие вещества и влага, которые не попадают в кислородную зону, так как от нее отдуваются, и попадают в раскаленный объем топлива только в районе зоны восстановления в центре камеры газификации. Таким образом, задача сводится к рассмотрению взаимодействия кокса с кислородом паровоздушного дутья.

Оценим наивысшую температуру $T_{кз} = 1673°K$ и по выражению (2)

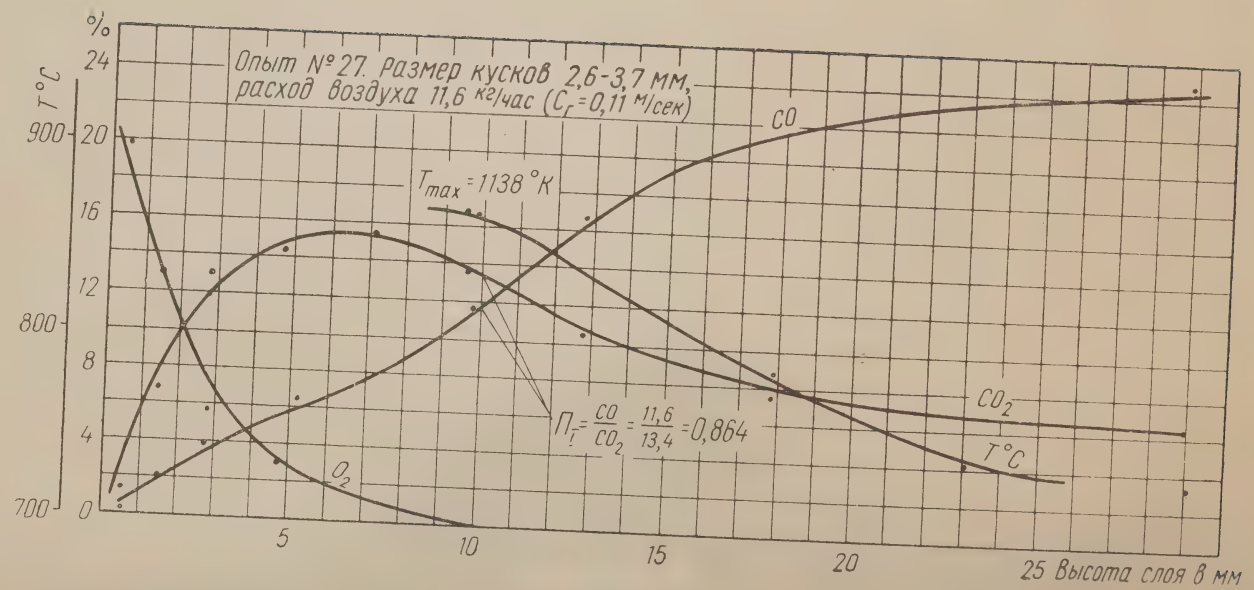

%
24
20
16
12
8
4
0
T°C
900
800
700
Опыт № 27. Размер кусков 2,6-3,7 мм,
расход воздуха 11,6 кг/час ($C_г$=0,11 м/сек)
T_{max}=1138 °K
CO
CO_2
O_2
T°C
$П_г = \frac{CO}{CO_2} = \frac{11,6}{13,4} = 0,864$
5
10
15
20
25 Высота слоя в мм

Рис. 10.

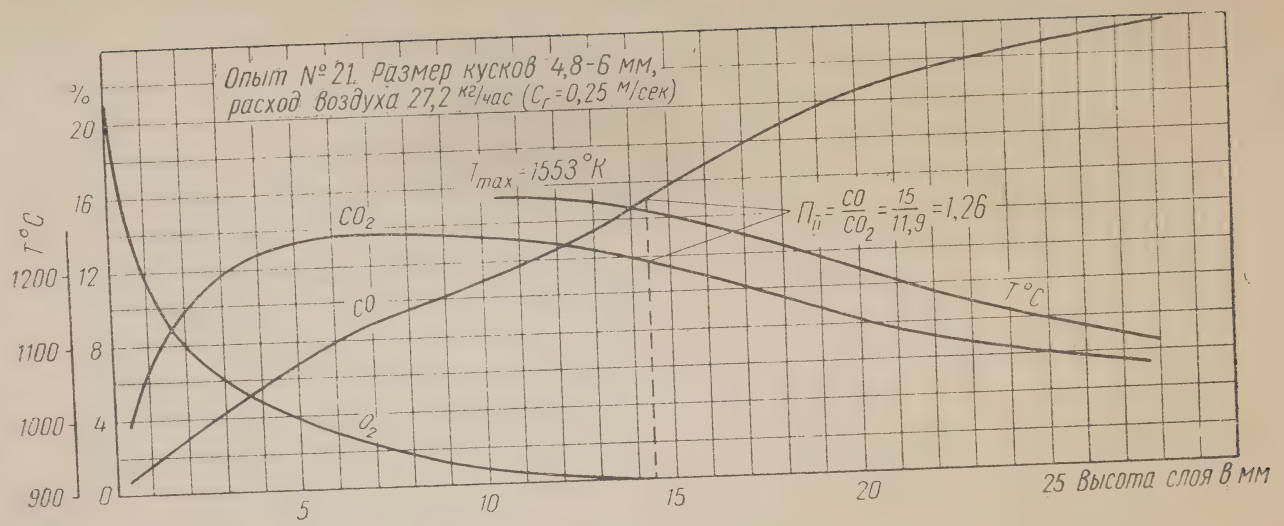

Опыт № 21. Размер кусков 4,8-6 мм,
расход воздуха 27,2 кг/час ($C_г$ = 0,25 м/сек)
%
20
16
12
8
4
0
T°C
1200
1100
1000
900
T_{max} = 1553 °K
$П_п = \frac{CO}{CO_2} = \frac{15}{11,9} = 1,26$
CO_2
CO
O_2
T°C
5
10
15
20
25 Высота слоя в мм

Рис. 11.

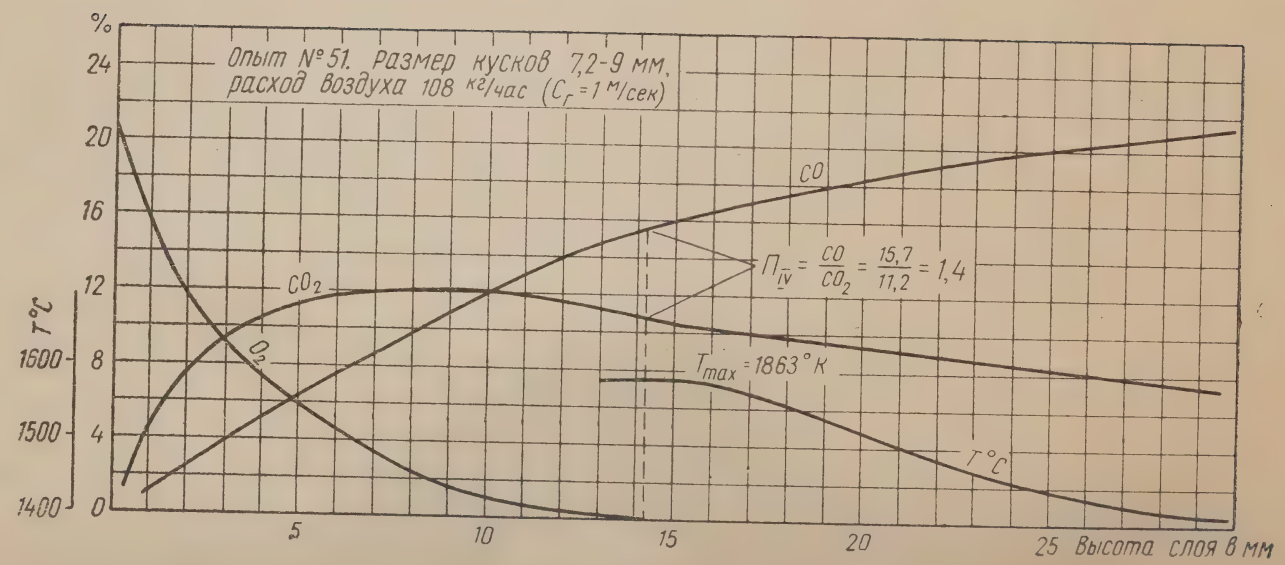

%
24
20
16
12
8
4
0
T°C
1600
1500
1400
Опыт № 51. Размер кусков 7,2-9 мм,
расход воздуха 108 кг/час ($C_г$ = 1 м/сек)
CO
CO_2
O_2
$П_{IV} = \frac{CO}{CO_2} = \frac{15,7}{11,2} = 1,4$
T_{max} = 1863° K
T°C
5
10
15
20
25 Высота слоя в мм

Рис. 12.

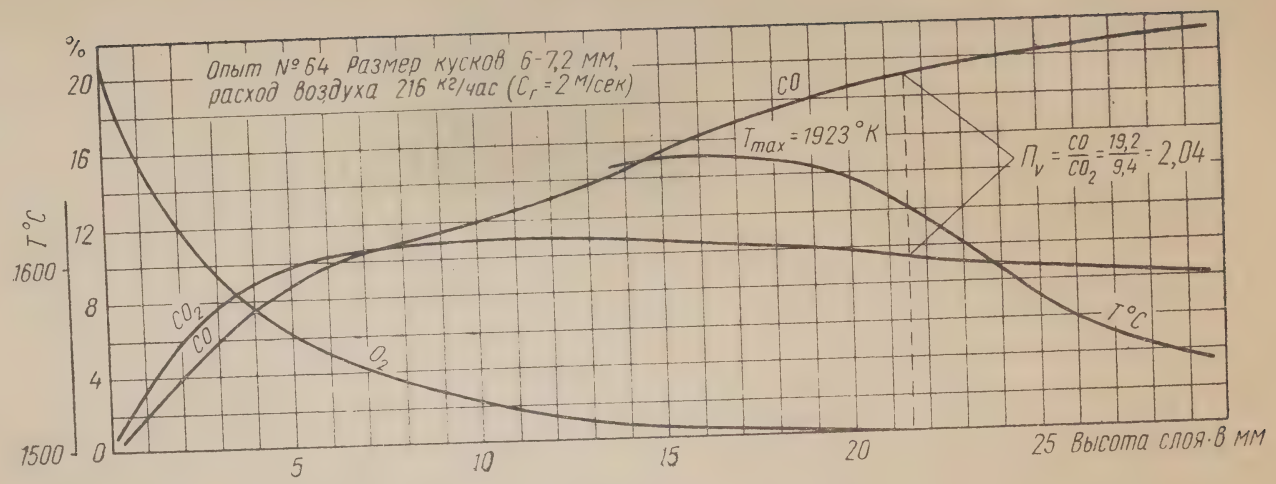

%
Опыт № 64 Размер кусков 6-7,2 мм,
расход воздуха 216 кг/час ($C_г$ = 2 м/сек)
CO
T_{max} = 1923 °K
$П_v = \frac{CO}{CO_2} = \frac{19,2}{9,4} = 2,04$
T °C
CO_2
CO
O_2
T °C
20
16
12
8
4
0
1600
1500
5
10
15
20
25 Высота слоя в мм

Рис. 13.

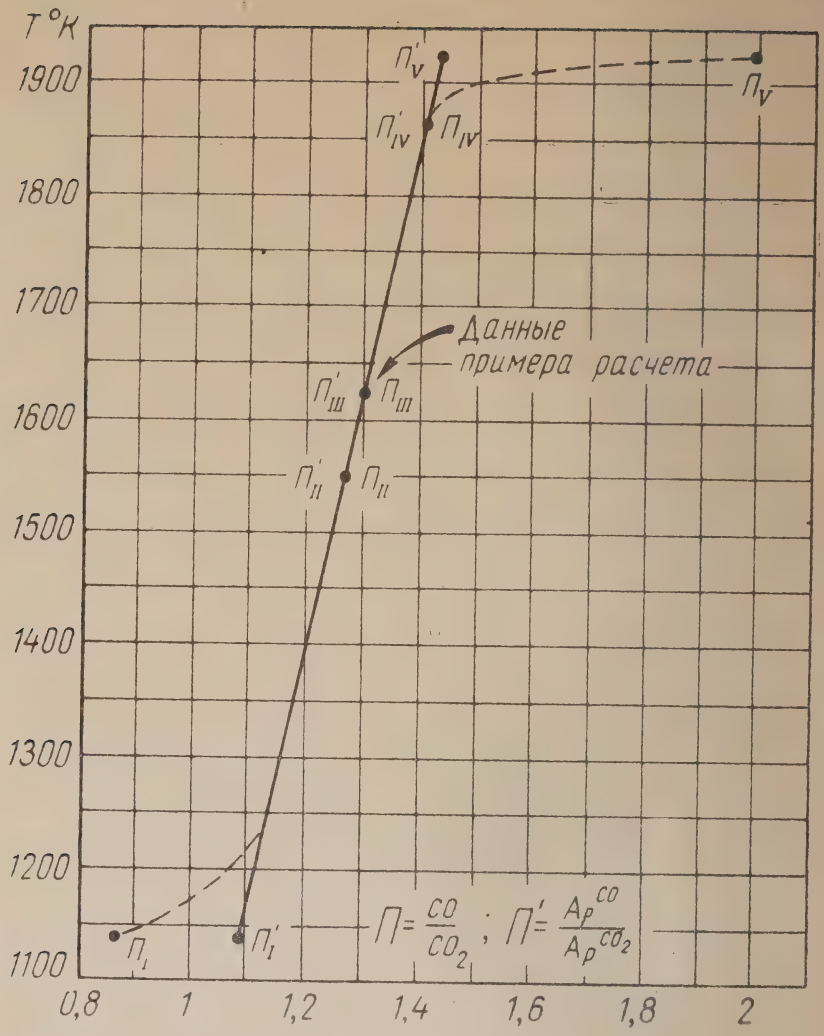


Рис. 14.

вычислим соотношение окислов углерода в конце кислородной зоны:

$$П = \frac{CO}{CO_2} = \frac{53438 + 41{,}099 \cdot T_{кз}}{94312 - 0{,}941 \cdot T_{кз}} = \frac{53438 + 41{,}099 \cdot 1673}{94312 + 0{,}941 \cdot 1673} = 1{,}317.$$

Баланс количества кислорода:

$$CO_2 + \frac{П \cdot CO_2}{2} = 60{,}9 \cdot 0{,}21.$$

Откуда определится состав газа в конце кислородной зоны:

$CO_2 = 7{,}719$ моль/час $= 10{,}33\%$,
$CO = 10{,}12$ моль/час $= 13{,}56\%$,
$N_2 = 60{,}9 \cdot 0{,}79 = 48{,}1$ моль/час $= 64{,}48\%$,

$$H_2O = \frac{156{,}3}{18} = 8{,}69 \text{ моль/час} = 11{,}63\%.$$

Г. Вычисление состава газа и его температуры в конце процесса газификации

Рабочий состав полукокса следующий: $B_р = 8\%$, $A_р = 7{,}36\%$, $C_р = 77{,}38\%$, $H_р = 1{,}86\%$, $O_р = 2{,}96\%$, $N_р = 1{,}94\%$, серы $= 0{,}5\%$.

Условно содержание углерода в полукоксе будем считать:

$$C'_р = C_р + \text{сера} = 77{,}38 + 0{,}5 = 77{,}88\%.$$

На каждый килограмм условного углерода вносится воды

1. С влагой топлива

$$B_т = \frac{B_р}{C'_р} = \frac{8}{77{,}88} = 0{,}1027 \text{ кг/кг углерода.}$$

2. В виде условной воды, образованной из водорода полукокса:

$$B_н = \frac{H_р}{18 \cdot C'_р} = \frac{1{,}86}{18 \cdot 77{,}88} = 0{,}001327 \text{ кг/кг углерода.}$$

3. С паровоздушным дутьем

$$B_д = \frac{B_п \cdot 100}{C'_р} = \frac{0{,}328 \cdot 100}{77{,}88} = 0{,}4212 \text{ кг/кг углерода.}$$

В сумме на каждый килограмм условного углерода вводится воды $B = 0{,}525$ кг.

Если пренебречь содержанием в полукоксе азота и кислорода, то можно использовать графики с 3 по 6.

Оценим температуру в конце зоны восстановления $T_{зв} = 1000°K$. Тогда по графикам 3 по 6 найдем, что на каждый килограмм условного углерода в случае присадки $B = 0{,}525$ кг воды образуется:

$CO'_2 = 0{,}0122$ моль/кг углерода $= 5{,}02\%$,

$CO' = 0{,}072$ моль/кг углерода $= 29{,}7\%$,

$N'_2 = 0{,}128$ моль/кг углерода $= 52{,}8\%$,

$H'_2 = 0{,}027$ моль/кг углерода $= 11{,}12\%$,

$H_2O' = 0{,}0035$ моль/кг углерода $= 1{,}44\%$.

Правильность оценки $T_{кз}$ и $T_{зв}$ проверялась по сходимости балансов энергии.

Кислородная зона оканчивается примерно на расстоянии $4 \cdot 30 = 120$ мм, а зона восстановления — $15 \cdot 30 = 450$ мм, от места ввода дутья, т. е. от стенки камеры газификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гродзовский М. К.*—Диссертация, 1940.
2. *Партингтон Д., Раковский А. В.*—Курс химической термодинамики, 1932.
3. *Китаев.*—Диссертация, 1944.
4. *Чуханов З. Ф., Шапатина Е. А.* — Известия АН СССР, отделение технических наук, № 4, 1946.
5. *Клибанова П. М., Померанцев В. В., Франк-Каменецкий Д. А.*—Журнал технической физики, том 12, вып. 1, 1942.
6. Сборник „Рабочие процессы двигателей внутреннего сгорания и их агрегатов" под общей редакцией Либрович Б. Г., Машгиз, 1946.
7. *Саввинов М. Н.*—Труды Воронежского Государственного университета, физико-математическое отделение, том 12, вып. 1, 1941.
8. *Колодцев Х. И.*—Диссертация, 1940.
9. *Альтшулер.*—Известия АН СССР, ОТН, № 11—12, 1943.
10. *Михеев М. А.*—Основы теплопередачи, Госэнергоиздат, 1947.

СОДЕРЖАНИЕ

Ладыгин Н. Д., профессор
Горьковскому сельскохозяйственному институту—сорок лет 3

Горшунов С. А., кандидат сельскохозяйственных наук
Агротехника озимой пшеницы в связи с условиями перезимовки 17

Сахарнова М. В.
Микрофлора корневой системы клевера и тимофеевки и ее изменение под влиянием агротехники возделывания 28
Микрофлора клевера 29
Микрофлора тимофеевки 36
Влияние различных способов посева на микрофлору корневой системы клевера и тимофеевки 38
Влияние различных удобрений на микрофлору клевера и тимофеевки 40

Веселовская И. А.
Бактеризация люцерны как обязательный прием ее агротехники на светло-серых лесостепных почвах Горьковской области 43
Опыты по применению комбинированного препарата в производственных условиях 45
Клубенькообразование у клевера и люцерны при различных сроках и способах посева 49
Распространение и сохраняемость клубеньковых бактерий люцерны на светло-серых лесостепных почвах 52

Аристов В. Н., кандидат сельскохозяйственных наук
Использование гибридных семян при культуре сахарной кукурузы 57

Кисина Е. Ф., кандидат сельскохозяйственных наук
Результаты межвидовой гибридизации картофеля 67

В. Д. Панников, доктор сельскохозяйственных наук
Краткое сообщение по итогам изучения генезиса лесостепных почв . . . 80

Архангельская Н. А., кандидат сельскохозяйственных наук
К вопросу коллоидно-химической характеристики структурных агрегатов в почве 87

Землянов В. Н., кандидат сельскохозяйственных наук
Размещение в почве корней яблонь, привитых на подвое Ранетки пурпуровой 92

Андронов П. П.
Изыскание морозоустойчивого подвоя для карликовой яблони в Горьковской области 101

Шигонин К. А., кандидат сельскохозяйственных наук
Новый сорт томатов Горьковский 44 109

Капацинский В. В., кандидат сельскохозяйственных наук
Показатели крови у скота красной горбатовской породы и их изменение под влиянием различных факторов 116
Методика исследования 120
Результаты исследования 121

Капацинский В. В., кандидат сельскохозяйственных наук и *В. Ф. Левакова*
Влияние культуры азотобактера на рост и развитие цыплят 128

Степанова А. Д., кандидат сельскохозяйственных наук
Влияние кастрации на желчеотделительную функцию печени 136
Методика исследований 137
Результаты исследований 137
Обсуждение результатов 142

Матвеева М. И.
Распределение и развитие некоторых паразитических перепончатокрылых в связи с питанием имагинальных форм 144

Невоструева Л. С., кандидат биологических наук
К биологии Hypoderaeum conoideum (Bloch, 1782) 150

Рыжова А. А., кандидат биологических наук
Случай тератологии у трематод 154

Киселева Е. Н., кандидат биологических наук
Видовой состав щелкунов на полях Горьковской сельскохозяйственной опытной станции 157
Видовой состав щелкунов 157
Некоторые вопросы экологии щелкунов 159

Серебряков Н. И., кандидат технических наук
Опыт раздельной уборки хлебов в Богородской МТС 164
План исследования 164
Результаты исследования 164
Частные замечания по методам работы на раздельной уборке хлебов в Богородской МТС 171
Техника безопасности при раздельной уборке 175

Борисов В. И., кандидат технических наук
Об износостойкости плужных лемехов 176
Состояние вопроса. Цель работы 176
Подготовка лемехов к наблюдениям 178
А. Термическая обработка лемехов 178
Б. Взвешивание и измерение размеров лемехов 181
Условия испытаний 182
Результаты испытаний 182
А. Характер износа и процесс притупления лемехов 182
Б. Удельный и линейный износ лемехов 186
О восстановлении лемехов 192

Анисимов А. М.
Об уравновешенности сил инерции кривошипно-шатунного механизма режущего аппарата косилки К-1,4 194
Описание установки 197

Каримов М. А., кандидат технических наук
К теории выхлопа автотракторных двигателей 200
Анализ исходной формулы выхлопа 201

Каримов М. А., кандидат технических наук
Измерение переменных давлений малой амплитуды 212

Чевкинов В. И., кандидат технических наук
Прибор для проверки тензометров 219
Устройство прибора 219

Чевкинов В. И., кандидат технических наук
Определение напряжений изгиба в зубьях зубчатых колес 222
Экспериментальное определение напряжений 223
Аналитическое определение напряжений 231

Панасевич И. С., кандидат технических наук
Расчет процесса газификации твердого топлива 237
Расчет процесса газификации кокса при воздушном дутье 237
А. Вычисление состава газа и его температуры в конце кислородной зоны 238
Б. Вычисление скорости процесса восстановления углекислого газа в зоне восстановления 240
В. Вычисление состава газа и его температуры по высоте зоны восстановления 242
Г. Вычисление состава газа и его температуры в конце зоны восстановления 244

Расчет процесса газификации кокса при получении силового генераторного газа 245
А. Вычисление состава газа и его температуры в конце кислородной зоны 245
Б. Вычисление состава газа и его температуры в конце процесса газификации 246
В. Вычисление состава газа и его температуры в конце кислородной зоны 257
Г. Вычисление состава газа и его температуры в конце процесса газификации 262

ТРУДЫ ГОРЬКОВСКОГО
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ИНСТИТУТА

Том VIII. 1959 г.

Редактор *К. А. Тарасова*
Техн. редактор *К. А. Захаров*
Корректор *В. М. Плотникова*

Изд. № 3115. Подписано к печати 27/IV 1959 г. МЦ 10117. Бумага 70×108 1/16—16,75 (22,95) печатных, 21,58 уч.-изд. листов. Тираж 1000 экз. Заказ № 5159

*

Горьковское книжное издательство, г. Горький, Кремль, 2-й корпус

*

Типография изд-ва „Горьковская правда“, г. Горький, ул. Фигнер, 32

Цена 10 р. 80 к.

2-38

Дн 24.-auf

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
630.5 GO C001 v.8(1959)
Trudy Gorkovskogo selskokhozialstvennogo
3 0112 088663338